

NOSTURIN KANTOPINTOJEN AIHEUTTAMIEN SAANTI- TAPPIOIDEN VÄHENTÄMINEN

Heli S venn

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö
Tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2015

Teollisuus ja luonnonvarat
Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä	Heli Svern	Vuosi	2015
Ohjaajat	DI Mari-Selina Kantanen, Käyttöinsinööri Tuomas Pääkkölä		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy		
Työn nimi	Nosturin kantopintojen aiheuttamien saantitappioiden vähentäminen		
Sivu- ja liitemäärä	51 + 1		

Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy:n kuljetus- ja lähetysorganisaatiolle. Työn tavoitteena oli selvittää muovisuojan vaikutus nosturin kantopinnan aiheuttamaan painaumaan. Työn aihe valikoitui sen ajankohtaisuuden vuoksi, sillä kuljetus- ja lähetysalueen laatuvirheet, eli kuljetusvirheet, ovat olleet selkeässä kasvussa. Nosturin pihlien kantopinnan aiheuttaman painauman takia koko alueen laatu- ja kustannukset ovat nousseet merkittävästi viime vuosien aikana.

Opinnäytetyössä esiteltiin aluksi yleisesti Outokumpu Oyj:n historiaa ja toimintaa. Laatuosiossa kerrottiin Outokumpu Oyj:stä laaduntekijänä. Työssä tarkasteltiin myös kylmävalssaamo 1:n vuoden 2014 ajo- ja romutusmääriä, jotta muovisuojusten testaukset pystyttiin kohdentamaan oikeille paksuusalueille työn käytännön osuudessa. Käytännön osuus toteutettiin kylmävalssaamon käsittely-, valssaus- ja leikkauslinjoilla. Testauksia tehtiin yhteensä 40 teräsrullalle.

Tärkeimpänä tutkimustuloksena havaittiin, että muovisuojusten käyttö vähensi merkittävästi nosturin kantopintojen jättämää painauma. Lisäksi saatiin selville, että muovisuojusten käyttö tulevaisuudessa olisi hyvä kohdentaa alle 1.19 millimetrin paksuisille teräsnauhuille, jolloin alueen laatu- ja kustannukset pienenisivät huomattavasti. Muovisuojuksien käyttöönottoa varten opinnäytetyössä esiteltiin myös niitä varten laadittu kierrättämissuunnitelma.

Opinnäytetyö sisältää salassa pidettäviä asioita. Tämän vuoksi julkisesta raportista on poistettu säästöpotentiaalilaskelma.

Industry and Natural Resources
Mechanical and Production Engineering

Author	Heli Svern	Year	2015
Supervisor(s)	Mari-Selina Kantanen, MSc (Tech.) Tuomas Pääkkölä, Section Manager		
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy		
Subject of thesis	Decrease of losses due to the imprints caused by the cranes		
Number of pages	51 + 1		

This thesis was commissioned by Outokumpu Stainless Oy Internal Transport and Shipment. The main aim of this thesis was to research the effect of using plastic coverings in steel rolls in order to prevent imprints caused by the lifting cranes. The topic was chosen because of its topicality as the quality errors have been increasing distinctly. The imprint caused by the lifting cranes is the most common transport error and the biggest cause for quality costs in the transport and dispatch section.

The thesis presents first the history and operation of Outokumpu Oyj. In addition the thesis introduces the quality and quality control in Outokumpu. I also acquainted myself with the driving and scrapping numbers of Cold Rolling Mill 1 during 2014. This in turn made it possible to target the test runs to the correct width areas. There were 40 test runs all together, which were conducted at the processing, rolling and finishing lines of the cold rolling mill 1.

The main result was that the use of the plastic coverings decreased the quality errors caused by the cranes. In addition it was detected that the use of the plastic coverings should in the future be focused on steel rolls under the width of 1.19 millimeters. This would in turn reduce the quality costs of the dispatch and transport area considerably. The thesis also presented a reuse and transport plan created for the plastic coverings for the future use in Outokumpu Tornio Works.

The thesis includes confidential information. The calculation for savings potentials is removed from the public report.

Key words

quality error, material transportation, crane

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	OUTOKUMPU	9
2.1	Tornion tehtaat.....	9
2.2	Kylmävalssaamo 1	10
2.3	Kuljetus- ja lähetysorganisaatio	12
2.4	Pinnantarkastus	13
3	RUOSTUMATON TERÄS.....	16
3.1	Austeniittinen ruostumaton teräs	17
3.2	Ferriittinen ruostumaton teräs	18
4	LAATU	21
4.1	Outokumpu laaduntekijänä	22
4.1.1	Laatupolitiikka ja -johtaminen	23
4.1.2	Laadunhallinta	24
4.2	Laatuvirheet	25
4.2.1	Kuljetusvirheet.....	25
4.3	Laatukustannukset.....	26
4.4	Saanti.....	27
5	KULJETUSVIRHEET 420 JA 421	28
6	KULJETUSVIRHEIDEN 420 JA 421 VÄHENTÄMINEN	30
6.1	Muovisuoja.....	30
6.2	Tilastollinen tarkastelu	31
6.2.1	Paksuustarkastelu	31
6.2.2	Laatutarkastelu.....	33
6.3	Muovisuojan testaus	35
7	TULOKSET	38
7.1	Tulosten analysointi	38
7.2	Arvio suojien määrästä	39
7.3	Kierrättämissuunnitelma	41
8	KEHITYSKOhteet	44
8.1	Muovisuojan paikoilleen asennus	44
8.2	Muovisuoja.....	46
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	48

LÄHTEET	50
LIITTEET	51

ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy:n toimeksiannosta kylmävalssaamon kuljetus- ja lähetysorganisaatiolle. Haluan kiittää koko organisaatiota kaikesta avusta, jota olen tämän opinnäytetyöprosessin aikana saanut. Erityiskiitos kuuluu alueen käyttöinsinöörille Tuomas Pääkkölälle mielenkiintoisesta aiheesta, tuesta ja neuvoista työn aikana. Tämän lisäksi haluan kiittää myös käsittelylinjojen, valssainten ja leikkauslinjojen henkilöstöä yhteistyöstä. Heidän asiantuntevat näkemyksensä olivat korvaamattomana apuna työtä tehdessäni.

Kiitos työnohjauksesta kuulu Lapin ammattikorkeakoulun tuntiopettajalle Mari-Selina Kantaselle.

Suurimmat kiitokset menevät kuitenkin perheelleni, avopuolisolleni sekä ystäväilleni, jotka ovat kannustaneet minua opiskelujeni aikana. Heidän tukensa on ollut korvaamatonta myös opinnäytetyöprosessin aikana.

Torniossa syyskuussa 2015,
Heli S venn

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ASN	automaattisiltanosturit
BCAUT	automaattivarasto
FGAUT	automaattivarasto
HP	hehkutus- ja peittäuslinja
KA	katkaisulinja
KYVA 1	kylmävalssaamo
RAP 5	kylmävalssaamo
RETU	kylmävalssaamon reaaliaikainen tuotannonohjausjärjestelmä
Romu	lopputuotteeksi kelpaamaton materiaali tai tavanomaisesta poikkeava prosessimateriaali
Romutus	poikkeavalle prosessimateriaalille tehtävä toimenpide, joka estää sen alkuperäisen käyttötarkoituksen
VV	viimeistelyvalssain
VV2AUT	automaattivarasto
2-laatu	lopputuotemateriaali, joka laatusyistä joudutaan myymään alennetulla hinnalla
420	rullan sisäkehävirhe, nosturin käpälän jälki, kuljetusvirhe
421	rullan ulkokehävirhe, kuljetusvirhe

1 JOHDANTO

Outokumpu tunnetaan korkeasta laadusta ja luotettavuudesta, minkä vuoksi se on maailman johtava ruostumattoman teräksen valmistaja. Torniossa sijaitseva maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos sisältää kaksi kylmävalssaamoja. Ennen valmistumistaan valmiiksi tuotteeksi kylmävalssatut tuotteet vaativat useampia eri työvaiheita. Kylmävalssaamo 1:llä tuotenuhojen kuljetukset eri työvaiheiden väleillä hoidetaan vihivaunujen ja nostureiden avulla.

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia muovisen suojan vaikutusta nosturin kantopintojen aiheuttaman painauman näkyvyyteen. Opinnäytetyön aihe valikoitui sen ajankohtaisuuden vuoksi. Kuljetus- ja lähetysalueen laatuvirheet, kuljetusvirheet, ovat viime vuosien aikana kasvaneet huomattavasti. Etenkin nosturin kantopinnan jättämän painauman romutusmäärät ovat olleet selvässä nousussa.

Outokummun Krefeldin yksikössä on käytössä muovisuoja, jonka tarkoituksena on suojata tuotenuhan sisäkehää nosturin kantopinnoilta. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, vähentääkö suojan käyttö virheen määrää kylmävalssaamo 1:llä. Työ rajattiin koskemaan vain Outokummun Tornion tehtaan kylmävalssaamo 1:stä ja sen sisäistä liikennettä. Terneuzenin jatkokäsittelylaitos on jätetty tästä työstä pois.

Työ aloitettiin kartoittamalla vuoden 2014 romutustilastoista se, millä materiaalipaksuuksilla ja teräslaaduilla romutusta esiintyi eniten. Tämän avulla muovisuojan testaukset pystyttiin kohdentamaan oikein.

2 OUTOKUMPU

Outokummun tarina alkaa kuparimalmiesiintymästä, joka löydettiin vuonna 1910 Itä-Suomesta. Yhtiö perustettiin Suomessa kaksikymmentä vuotta myöhemmin ja tänä päivänä se on maailman johtava ruostumattoman teräksen ja erikoismetalliseostuotteiden valmistaja. Vuonna 2012 Outokumpu Oyj osti Thussen Kruppin ruostumatonta terästä valmistavan yksikön, Inoxumin. Näin syntyi maailman suurin ruostumattoman teräksen valmistaja, joka toimii ympäri maailmaa. Sen merkittävimmät tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Isossa-Britanniassa, Meksikossa, Yhdysvalloissa ja Kiinassa. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Outokumpu on jaettu viiteen toiminta-alueeseen, joita ovat Stainless Coil Americas, Stainless APAC, Stainless Coil EMEA, Quarto Plate ja Long Products. Americas on pyrkinyt vakiinnuttamaan vahvan markkina-aseman Amerikan mantereella ja uusi integroitu tuotantolaitos Calvertissa mahdollistaa kyseiset tavoitteet. EMEA toimii Euroopassa ja se on viidestä liiketoiminta-alueesta suurin. EMEA valmistaa austeniittisia ja ferriittisiä standardilajeja. APAC toimii Aasiassa ja Tyynenmeren alueella muodostaen noin 60 % maailman ruostumattoman teräksen kulutuksesta. Quarto Plate on johtava kvarttolevyjen valmistaja, joka toimii Ruotsissa ja Yhdysvalloissa. Long Products valmistaa tankoja, betoniteräksiä ja hitsattuja putkia ja sen toiminnot sijaitsevat Britanniassa, Ruotsissa ja Pohjois-Amerikassa. (Outokumpu Oyj 2015c.)

2.1 Tornion tehtaat

Kemin kaivoksen perustamispäätös tehtiin syyskuussa 1964, ja kaivoksen tuotanto käynnistyi jo vuonna 1968 eli vajaa kymmenen vuotta ensimmäisen kromikiven löytymisen jälkeen. Tästä sai myös alkunsa Tornion terästehdas. Kaivos on osa Tornion tehtaiden tuotantoketjua ja se takaa ruostumattoman teräksen tärkeimmän raaka-aineen eli kromin saannin. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Torniossa sijaitsee maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos. Samalla alueella sijaitsee uusi ferrokromitehdas sekä kaikki terästuotannon osastot: terässulatto, kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo. Röyttän satama sijaitsee myös tuotantolaitosten välittömässä läheisyydessä. Sen kautta tuodaan raaka-aineita Tornion tehtaalle sekä kuljetetaan Tornion tehtaiden tuotteita markkinoille. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Tornion tehtaiden päätuotteina ovat austeniittinen ja ferriittinen kuuma- ja kylmävalssattu ruostumaton teräs. Osa tuotannosta lähetetään Outokummun jatkokäsittelylaitokselle Hollannin Terneuzessa, jossa teräs leikataan asiakkaan vaatimuksien mukaisesti. (Outokumpu Oyj 2015c.)

2.2 Kylmävalssaamo 1

Kuumavalssatut teräsnauhat kuljetetaan rullankuljetusautolla joko valmistelulinjalle valmisteltavaksi tai hehkutus-peittauslinja 3:lle (HP3) jatkokäsiteltäväksi. HP3:n hehkutusuunissa teräsnauha hehkutetaan 1050–1150 °C:ssa, jolloin sen mikrorakenne tasaantuu ja kuumavalssauksessa pintaan syntynyt oksidikerros muuttuu helpommin poistettavaksi. Hehkutusuunien jälkeen teräsnauha kulkee jäähdytysvyöhykkeiden läpi, jolloin teräsnauhan pintaan ohjataan jäähdytysilmaa ja vettä. Tämän jälkeen teräsnauha puhdistetaan kuulapuhalluksessa, jossa nauhan pintaan lingotaan suurella nopeudella pienikokoisia teräskuulia. Teräskuulat rikkovat mekaanisesti nauhan pinnassa olevan oksidikerroksen. Elektrolytti-sekahappopeittauksella poistetaan loput tästä oksidikerroksesta. Ennen uudelleenkelautusta suoritetaan pinnanlaatu- ja mittatarkastus. Kuumanauhan pinta on tässä vaiheessa muuttunut mustasta kirkkaaksi. Osa kuumanauharullista lähetetään suoraan leikkauslinjoille, josta ne menevät pakkauksen kautta asiakkaille. Muut rullat toimitetaan kylmävalssattaviksi loppumittaan joko suoraan tai tarvittaessa nauhanhiontalinnan korjaushionnan kautta. (Outokumpu Oyj 2015c.)

HP3:n esihehkutuksen jälkeen kylmävalssaus tehdään kolmella rinnakkain toimivalla Sendzimir-valssaimella. Siellä teräsnauha valssataan lopulliseen, tilauksen mukaiseen, paksuuteen. Kylmävalssauksen aikana nauhassa tapahtuu muokkauslujittumista, joka asettaa rajoitukset nauhan valssaukseen. Nauhaa voidaan ohentaa korkeintaan 80 % alkupaksuudesta. Mahdolliset pintavirheet poistetaan nauhanhiontalinjassa. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Teräksen mekaanisten ominaisuuksien palauttamiseksi kylmävalssattu teräsnauha käsitellään seuraavaksi hehkutus- peittauslinjoissa HP1, HP2 ja HP4. Toimintaperiaate näissä kaikissa linjoissa on sama kuin HP3:lla. HP4-linja poikkeaa muista linjoista nauhan esipuhdistuksen osalta, sillä siellä nauhan pinnasta poistetaan öljy ja rasva alkaallisella pesuliuoksella ennen hehkutusta. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Loppumittaan valssattu, hehkutettu ja peitattu teräsnauha valssataan tarvittaessa kevyesti viimeistelyvalssaimilla 1 ja 2. Viimeistelyvalssauksen tehtävänä on parantaa teräksen pinnan sileyttä sekä tasomaisuutta. Lopuksi teräsnauha menee leikkauslinjoille, jossa nauhat leikataan haluttuun mittaan, joko kapeammiksi kaistoiksi tai levyiksi. Torniossa halkaisulinjoja on neljä: HA1, HA2, HA4 ja HA6. Katkaisulinjoja on kolme: KA1, KA2, KA3. Ennen leikkausta jokainen leikkauslinja tarkastaa nauhan mahdollisista pintavirheistä. Leikkauksen jälkeen tuote pakataan joko automaattisessa levyn pakkauksessa (ALP), automaattisessa rullanpakkaukselinjassa (ARP) tai käsin. Pakattu lopputuote kuljetetaan kuljettimia pitkin korkeavarastoon tai manuaalisesti väliahalliin, josta se jatkaa matkaa lähettämön kautta asiakkaalle joko rekkaan, konttiin tai junavaunuun lastatuna. Kuvassa 1 näkyy koko kylmävalssaamo 1:n prosessikaavio. (Outokumpu Oyj 2015c.)



Kuva 1 Kylmävalssaamo 1:n prosessikaavio (Outokumpu Oyj 2015c)

2.3 Kuljetus- ja lähetysorganisaatio

Kuljetus- ja lähetysorganisaatiota voidaan kutsua kylmävalssaamon verisuoniksi, koska sen vastuulla on vihivaunuilla, trukeilla ja nostureilla tapahtuvat sisäiset materiaalin siirrot, lähetystoiminta sekä varastoinnit. Materiaalin siirtokartasta (Liite 1) saa hyvän kuvan organisaation vaikutusalueesta. Materiaalin siirto ja varastointi ovat läsnä tuotannon jokaisessa vaiheessa. KYVA 1:n ja RAP 5:den materiaalin siirron valvojat huolehtivat, että materiaalin siirrot osastojen välillä ja sisällä sujuvat mutkattomasti. Lähettämässä työskentelevät lastaavat lähtevät materiaalit kontteihin, autoihin sekä junavaunuihin. Koko organisaation toiminnasta vastaa käyttöinsinööri. Hänen alaisuudessaan työskentelee kolme vuoromestaria sekä päivämestari. Nämä henkilöt vastaavat sisäisen materiaalin siirron, varastoinnin sekä lähetys- ja kierrätystoiminnan sujuvuudesta. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Kylmävalssaamo 1:llä toimii kuusi (6) automaattisiltanosturia (ASN) sekä kahdeksan (8) miehitettyä nosturia, jotka yhdessä vastaavat kylmävalssaamo 1:llä linjojen palvelemisesta. Lisäksi alueen vastuulle kuuluu kahdeksan (8) huoltonosturia. Automaattinosturit työskentelevät suurimmissa rullavarastoissa. ASN16 ja ASN13 toimivat VV2AUT-varastossa, FGAUT-varastossa sekä OSPAUT-varastossa. ASN11 palvelee SZ3:n varastoa, ASN12 HP4AUT-varastoa, ASN17 BCAUT-varastoa ja ANS22 toimii HA6:n varastoissa. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Nosturit eivät yksin pysty suoriutumaan materiaalin siirrosta, joten vuonna 1995 otettiin kylmävalssaamolla käyttöön vihivaunujärjestelmä. Vihivaunu (AGV eli

automated guided vehicle) on automaattitrucki, joka siirtää määrättyjä reittejä pitkin tavaraa paikasta toiseen. Vihivaunujen ohjaus perustuu induktiiviseen lankaohjaukseen. Outokummulla rullavihivaunuja on 13 kappaletta ja tuurnavihivaunuja kolme (3) kappaletta. Tuurnavihivaunujen tehtävänä on toimia lähinnä leikkauslinjoilla käsitellyn materiaalin kuljetusvälineinä. Vihivaunureittejä kylmävalssaamolla on neljän kilometrin edestä. Kylmävalssaamo 1:llä käynnistyi muutama vuosi sitten vihivaunujen modernisointiprojekti, jonka tarkoituksena on muuttaa kaikkien vaunujen ohjaus laserpaikannukseen pohjautuvaksi. Kaikki tuurnavaunut ovat läpikäyneet modernisointiprosessin ja ensimmäinen rullavihivaunu on lähtenyt modernisoitavaksi. (Outokumpu Oyj 2015c.)

Olennaisena osana materiaalin siirtoa ovat myös erilaiset trukit. Viidessä vuorossa toimivat vuorotrukkit (2kpl) huolehtivat erilaisten tarveaineiden, kuten rullaja levyalustojen ja välipaperin, kuljetuksista. Lähettämössä olevat trukit (7kpl) huolehtivat autojen, junien ja konttien lastauksesta. 42t-trucki (SMV) palvelee koko tehdasaluetta eli se huolehtii muun muassa rullakuormien purusta ja varastoinnista satamassa, kuumavalssaamolta valmistelulinjalle menevien rullien siirroista sekä käsipakkauksesta lähettämöön menevien rullien siirroista. Päivävuorossa työskentelee 42t-trukin lisäksi kolme päivätrukkia. Yksi trukeista huolehtii välipaperivarastosta ja kaksi muuta huolehtivat tarveaineiden, kuten pakkausmateriaalien kuljetuksesta ja romukippojen tyhjennyksestä. Lähettämössä on myös yksi kurottaja, joka siirtää lastattavat kontit lähettämöön ja sieltä pois. Kurottaja huolehtii myös mustien kuumanauhojen lastauksesta junavaunuihin. (Outokumpu Oyj 2015c.)

2.4 Pinnantarkastus

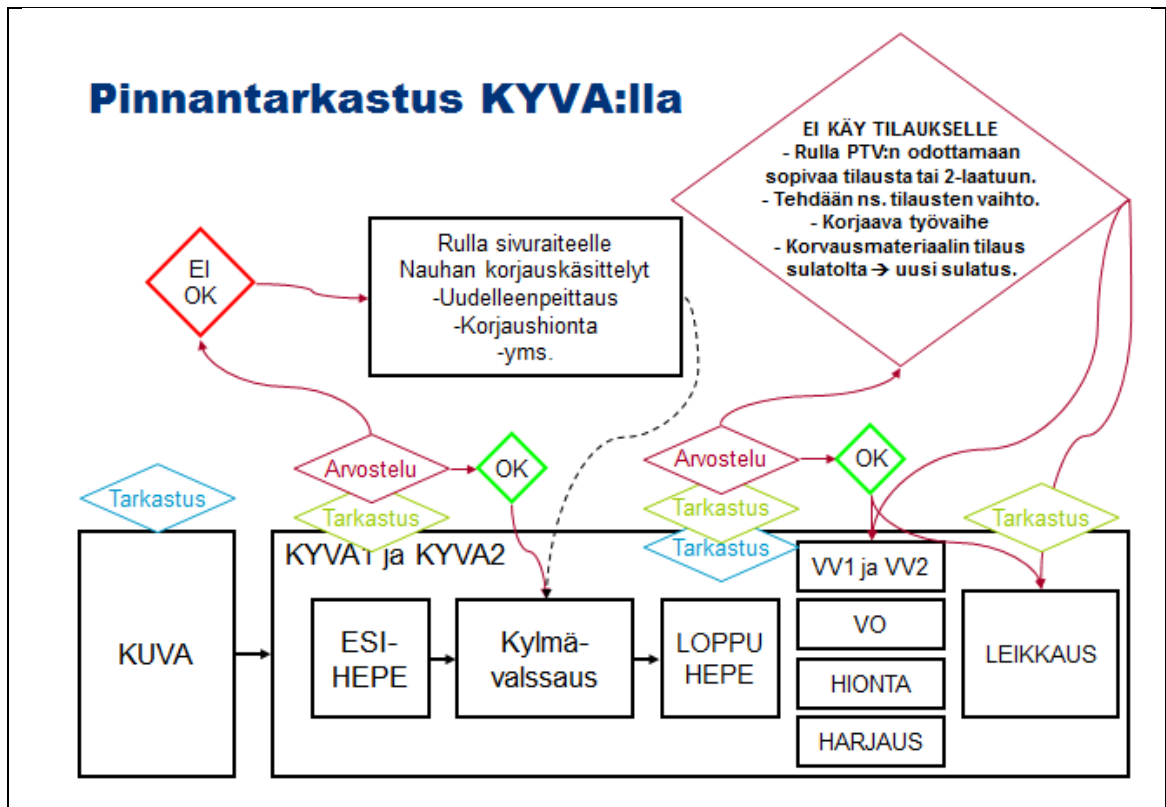
Yksi kylmävalssaamon tuotanto-organisaation osa-alue on pinnantarkastus, jonka tehtävänä on tarkastaa teräksen pinnanlaatu ja todentaa siinä mahdollisesti esiintyvät poikkeamat. Sen tehtävänä on myös laadun kehittäminen yhdessä tuotanto-organisaation kanssa. Pinnantarkastus tuottaa laatu- ja tarkastustietoutta jaettavaksi tehtaan eri osa-alueille ja sen keräämä tieto ja siitä teh-

dyt laatutilastot toimivat pohjana laadun parantamiselle. Virheen perusteella voidaan päätellä sen syntypaikka ja tarvittaessa toteuttaa korjaavat toimenpiteet. Tarkastustietoa käyttävät tuotantolinjojen henkilöstö, tuotannonsuunnittelu, laatuosasto, asiakaspalvelu ja tutkimuskeskus. Lyhyt läpimenoaika ja korkea laatu ovat osittain pinnantarkastuksen työn tulosta. (Lauerma, 2012.)

Asiakkaan kolme tärkeintä valintakriteeriä teräksen toimittajaa valittaessa ovat toimintavarmuus, laatu ja hinta. Tarkastuksella varmistetaan se, että materiaali täyttää asiakkaan vaatimukset ja asiakas saa tilamaansa laatua. Pintavirheitä voi syntyä kaikissa prosessivaiheissa, siksi prosessivaiheiden välillä tehdään tarkastuksia. Näiden tarkastuksien avulla epäkelpo tuote pysäytetään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Viimeinen tarkastus ennen tuotteen asiakkaalle menoa tehdään leikkauslinjoilla. Siellä tapahtuvalla tarkastuksella varmistetaan, että tuote vastaa asiakkaan vaatimuksia. (Lauerma, 2012.)

Tuotantolinjoilla tarkastaja tarkastaa materiaalin ja toteaa valmistuneen laadun ja tarvittaessa poikkeuttaa materiaalin normaalista tuotantoreitistä. Tärkeimmät tarkastajan työkalut ovat ammattitaito ja silmä. Työn helpottamiseksi heillä on apunaan myös erilaisia välineitä, esimerkiksi timanttityyny, hiontatyyyny, pinnan-tarkastuksen muistivihko, suurennuslasi sekä kalibroidut mittaustyökalut. Työssään he hyödyntävät myös RETU:a (Reaaliaikainen tuotannonohjaus) ja PIHA:a (Pinnanlaadun hallinta). Osalla linjoista (KUVA, RAP5, HP4, HP2) tarkastajilla on käytettävissä myös koneellinen pinnantarkastuslaitteisto (SIS) eli kamerat, jotka kuvaavat pinnanlaatua ja ohjelmistoja, jotka käsittelevät kameroiden tuottamaa tietoa. (Lauerma, 2012.)

Pinnantarkastus on mukana jokaisessa prosessivaiheessa (Kuva 2). Tuotantolinjoilla laadusta ei vastaa vain pelkkä tarkastaja, vaan koko linjan henkilöstö on vastuussa siellä ajettavasta laadusta. Pinnantarkastuksen organisaatiota johtaa käyttöinsinööri ja hänen alaisuuteen kuuluu yhteensä 13 henkilöä, joista työntekijöitä on yhdeksän ja työnjohtajia kolme. (Lauerma, 2012.)



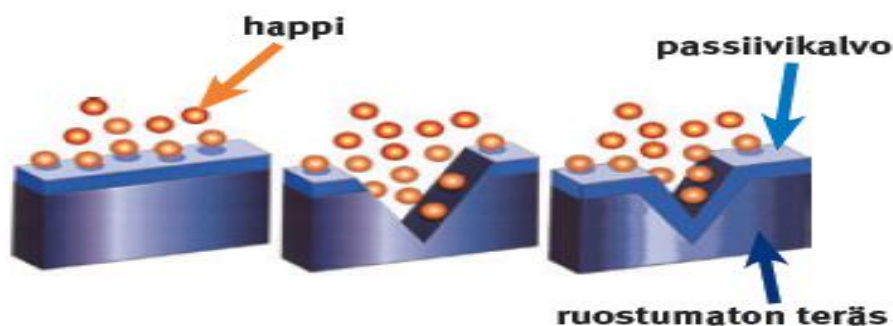
Kuva 2 Pinnantarkastus kylmävalssamalla (Lauerma, 2012)

3 RUOSTUMATON TERÄS

Ruostumattomat teräkset ovat vähintään 10,5 % kromia ja enintään 1,2 % hiiltä sisältäviä seosteräksiä. Seosaineina käytetään yleisesti nikkeliä, kuparia tai molybdeeniä. Ne ovat sitkeitä matalissakin lämpötiloissa, mutta koska ne sisältävät vähän hiiltä, niiden kovuus on alhainen. Ruostumattomuus perustuu teräksessä olevan kromin ja ilman hapen teräksen pinnalle muodostamaan oksidi- eli passiivikalvoon (Kuva 3). Passiivikalvo suojaa terästä pintanaarmuilta sekä ruostumiselta ja se uusiutuu itsestään. (Taulavuori, Kyröläinen & Manninen 2012.)

Ruostumaton teräs on ekologinen materiaali. Sen elinkaari- ja huoltokustannukset ovat alhaiset ja kierrätettävyys erinomainen. Ruostumaton teräs voidaan uusiokäyttää ottamalla siitä talteen kalliit seosaineet ja valmistamalla siitä uutta ruostumatonta terästä. Useat ruostumattomat teräkset kestävät ilmastollista korroosiorasitusta ja soveltuvat käytettäväksi useissa elintarvike- ja prosessiteollisuuden laitteistoissa. (Taulavuori ym. 2012.)

Ruostumattomia teräslaatuja on olemassa lukematon määrä, mutta ne voidaan jakaa mikrorakenteen perusteella neljään pääryhmään eli austeniittisiin, ferriittisiin, austeniittis-ferriittisiin (duplex) ja martensiittisiin teräksiin. (Taulavuori ym. 2012.)



Kuva 3 Passiivikalvo (Euro Inox 2004, 1)

3.1 Austeniittinen ruostumaton teräs

Yleisin käytetty ryhmä on austeniittiset ruostumattomat teräkset, joiden mikrorakenne on nikkelseostuksella saatu austeniittiseksi. Nikkelin ohella austeniittista rakennetta suosivat mangaani, typpi ja hiili. Austeniitti muodostaa pintakeskeisen kuutiollisen kiderakenteen eli niin sanotun tiivispakkauskiteen. (Koivisto, Laitinen, Niinimäki, Tiainen, Tiilikka & Tuomikoski 2008, 145–147.)

Austeniittiset laadut eivät ole magneettisia. Niillä on hyvä iskutkeys matalista, jopa jääkylmistä lämpötiloista, virumislämpötiloihin asti. Tämä koskee myös hitsattuja austeniittisistä teräksistä valmistettuja rakenteita. Austeniittisten ruostumattomien terästen murtolujuus on suuri matalissa lämpötiloissa ja lujuus säilyy hyvänä myös korotetuissa lämpötiloissa. Muita sen hyviä ominaisuuksia ovat erinomainen hitsattavuus sekä muovattavuus. Näin ollen austeniittinen ruostumaton teräs soveltuu mitä moninaisimpiin käyttökohteisiin kuten esimerkiksi kotitaloustarvikkeisiin ja kuljetusvälineisiin. Koska austeniittiset ruostumattomat teräkset soveltuvat erinomaisen hyvin käytettäväksi matalissa lämpötiloissa, niitä voidaan käyttää myös nesteytettyjä kaasuja käsittelevissä laitteissa. Austeniittisen ruostumattoman teräksen huonoja puolia ovat muun muassa seosaineiden korkea hinta, taipumus jännityskorroosiolle sekä kuumahalkeilu ja vetely hitsattaessa. Mekaaniset ominaisuudet vaihtelevat teräslajikohtaisesti. Austeniittisen ruostumattomien terästen mekaanisia ominaisuuksia teräslajikohtaisesti on esitelty taulukossa 1. Taulukko sisältää vain Outokummulla valmistettavat teräslajit. (Koivisto ym. 2008, 145–147, SFS EN 10088–2:2014.)

Taulukko 1 Kylmävalssattujen austeniittisten ruostumattomien terästen mekaanisia ominaisuuksia standardin EN 10088-2 mukaan. (SFS EN 10088–2:2014)

Tunnus	R_{p0,2}	R_{p1,0}	R_m (MPa)
1.4372	350	380	680...880
1.4310	250	280	630...950
1.4318	350	380	650...850
1.4301	230	260	540...750
1.4307	220	250	520...700
1.4541	220	250	520...720
1.4401	240	270	530...680
1.4404	240	270	530...680
1.4571	240	270	540...690
1.4432	240	270	550...700
1.4439	290	320	580...780
1.4539	240	270	530...730
1.4547	320	350	650...850

Austeniittisille teräslaaduille tehtävän lämpökäsittelyn tarkoituksena on saada teräksen rakenne tasalaatuiseksi. Austenitointi eli liuoshehkusutus on yleisimmin käytetty lämpökäsittely austeniittisilla ruostumattomilla teräksillä. Hehkusutuslämpötila on 1050–1100 °C. Austenitoinnissa teräksestä tulee pehmeää ja sen mikrorakenteesta tasalaatuista. Hehkusutusta seuraa nopea jäähdytys. Tämän jälkeen hehkusutettu kappale on peitattava korroosionkestävyyden palauttamiseksi. Austeniittisiä teräksiä voidaan muokkauslujittaa erittäin lujiksi kylmämuokkaamalla. (SFS EN 10088–2:2014.)

3.2 Ferriittinen ruostumaton teräs

Ferriittiset ruostumattomat teräkset ovat mikrorakenteeltaan nimensä mukaisesti ferriittiä, joka muodostaa tilakeskeisen kuutiollisen kiderakenteen. Niiden korroosionkestävyys on lähes austeniittisten laatujuen luokkaa. Ferriittiset teräkset ovat kuitenkin huokeampia, koska niissä ei ole seosaineena käytetty juuri lainkaan kallista nikkeliä. Poikkeuksiakin löytyy ja osassa ferriittisistä laaduista nikkeliä on käytetty, mutta vain alle 0,5 %. Ferriittiset laadut ovat niukkahillisiä ja niiden seosaineina käytetään alumiinia, titaania, niobia ja piitä. Käyttökohteet riippuvat suuresti kromipitoisuudesta, joka on tavallisesti 12–30 % välillä. Käyte-

tyin ferriittinen teräs sisältää 17 % kromia (1.4510) ja sen käyttökohteita ovat kotitaloustarvikkeet, lämminvesivaraajat, pesukoneiden rummut ja arkkitehtoniset kohteet. Molybdeeniseostuksella voidaan parantaa ferriittisten terästen korroosionkestävyyttä. Tällaisia teräksiä kutsutaan superferriiteiksi (1.4521). Kasvava ferriittisten terästen ryhmä on matalan kromipitoisuuden teräkset, jotka sisältävät 12 % kromia. Kyseisen kromipitoisuuden teräsiin kuuluu hyvin hitsattava rakenneteräs 1.4003, jota käytetään vaihtoehtona hiiliteräkselle erittäin syövyttävissä kohteissa. Sen käyttöympäristö on todella laaja ja sillä on kaikki ruostumattoman teräksen ominaisuudet kuten lujuus, korroosion ja kulumisenkestävyys, pitkä kestoikä ja helppo kunnossapito. Tähän ryhmään kuuluvat myös auton pakoputkissa ja katalysaattoreissa käytettävä muovattava, mutta heikommin hitsattava teräs 1.4512. (Koivisto ym. 2008, 146.)

Ferriittisiä teräksiä hehkutetaan lämpötila-alueella 750–950 °C austeniitin muodostumisen välttämiseksi. Lämpökäsittelyt korkeammissa lämpötiloissa voivat aiheuttaa austeniitin muodostumista, joka muuttuu jäähtyessään martensiitiksi ja voi aiheuttaa raekoon kasvusta johtuvaa haurastumista. Näitä vaikutuksia vähennetään stabiloimalla hiili- ja typpipitoisuuksia titaanilla, niobilla ja zirkonilla. Stabilointi vaikuttaa lopulliseen teräslaatuun. (Taulavuori ym. 2012.)

Ferriittisten ruostumattomien terästen käyttölämpötila-alue on melko rajallinen ja varsinkin matalissa lämpötiloissa käytettävien hitsattujen rakenteiden iskutkestävyys tulee varmistaa. Ferriittisillä ruostumattomilla teräksillä esiintyy hyvin yleisesti haurasmurtumaa alhaisissa lämpötiloissa. Hitsatut rakenteet voivat olla alttiita haurasmurtumille jopa huoneenlämpötiloissa. (Taulavuori ym. 2012.)

Ferriittisten ruostumattomien teräksien mekaaniset ominaisuudet ovat hyvät ja ne ovat lähempänä hiiliteräksiä kuin austeniittisiä ruostumattomia teräksiä. Niiden muovaamis- ja venymisominaisuudet ovat samanlaiset kuin hiiliteräksillä. Austeniittisiin teräsiin verrattuna ferriittisen teräksen myötöraja on korkeampi ja lämmönjohtokyky parempi. Kylmävalssattujen ferriittisten ruostumattomien terästen mekaanisia ominaisuuksia on esitelty taulukossa 2. Taulukko sisältää vain Outokummulla valmistettavat teräslajit. (Taulavuori ym. 2012.)

Taulukko 2 Kylmävalssattujen ferriittisten ruostumattomien terästen mekaanisia ominaisuuksia Standardin EN 10088-2 mukaan. (SFS EN 10088–2:2014)

Tunnus	R_{p0,2}	R_{p1,0}	R_m (MPa)
1.4003	280	320	450...650
1.4512	210	220	380...560
1.4016	260	280	430...600
1.4509	230	250	430...630
1.4521	280	300	420...620

4 LAATU

Laatu on käsitteenä hyvin moniselitteinen ja sillä on monta erilaista tulkintaa eri tarkastelunäkökulmasta riippuen. Yleisesti laatu määritellään kyvyksi, jolla voidaan täyttää asiakkaan tarpeet ja vaatimukset yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Sen määritelmään on myös alusta alkaen sisältynyt se, että asiat on tehtävä oikein joka kerta eikä virheiden tekemistä sallita. Asiakastyytyväisyyteen ei kuitenkaan voida pyrkiä hinnalla millä hyvänsä. Esimerkiksi pankin asiakkaat ovat varmasti tyytyväisiä, jos he saavat lainan nollakorolla. Tämä ei kuitenkaan tarkoita pankin toiminnan olevan laadukasta, pikemminkin päinvastoin, koska pankin oma kannattavuus kärsii saamatta jäävien tuottojen seurauksena. Yrityksen sisäinen toiminnan tehokkuus ja virheettömät lopputuotteet eivät takaa korkeata laatua, vaan edellytyksenä on ulkopuolisen arvioijan eli asiakkaan näkemys. Nykyään laatu käsitetään yhä useammin yrityksen laaja-alaiseksi kehittämiseksi ja johtamiseksi, jonka tavoitteena on asiakkaiden tyytyväisyys, kannattava liiketoiminta ja pitkällä aikavälillä kilpailukyvyyn säilyttäminen ja kasvattaminen. (Lecklin 2006, 18; Silén 2001, 15.)

Laatuun liittyy myös tarve suoritustason jatkuvaan parantamiseen, kehityksen sallimissa rajoissa. Innovaatiot, kilpailijoiden toiminta, markkinoiden ja yhteiskunnan muutokset aiheuttavat tilanteita, joiden seurauksena laadulle voidaan asettaa aivan uudenlaisia vaatimuksia. (Lecklin 2006, 18.)

Nykyaikaisen terästeollisuusyrityksen yhtenä tavoitteena on toimia laadukkaasti eli tuottaa laadukkaita tuotteita. Niinpä yrityksissä on usein laatujärjestelmä, joka kattaa koko yrityksen toiminnan. Laatujärjestelmän lähtökohtana ovat teräksen käyttäjän eli asiakkaan tarpeet. Laatua verrataan asiakkaan vaatimuksiin, tarpeisiin ja odotuksiin. Kun asiakas on tyytyväinen, pidetään yrityksen toimintaa laadukkaana. Laatukäsite voidaan jakaa viiteen osatekijään: laatujohtaminen, laadun varmistus, laadun ohjaus, laadun valvonta ja laadun tarkastus. Yrityksen laatujärjestelmän ylimpänä ohjeena on laatupolitiikka, jossa johto määrittelee lyhyesti kuinka laatuasioissa toimitaan. Laatupolitiikan periaatteita noudattaen on laadittu yrityksen laatukäsikirja, johon perustuvat menettely- ja

toimintaohjeet, työpistekohtaiset ohjeet sekä tuotteiden laadun suunnittelu, varmistus ja tarkastukset. Laatujärjestelmiä säätelevät kansainväliset standardit. (Teknologiateollisuus ry 2014.)

Myös tulevaisuudessa tullaan kiinnittämään huomiota kokonaisvaltaiseen laadunhallintaan. Laatu tulee pysymään yrityksen menestystekijänä, vaikka nimitykset ja toteuttamiskeinot muuttuvat ja kehittyvät. Se tulee integroitumaan entistä enemmän muuhun toimintaan, ja erillisten laatuyksiköiden ja -johtoryhmien merkitys luultavasti vähenee. Yksilötasolla vaaditaan enemmän monitaitoisuutta. Yksittäisillä työntekijöillä on edellytykset lopputuotteen ja koko prosessin laadun parantamiseen, jonka lisäksi yksilön vastuita ja valtuuksia lisätään. Ongelmatilanteet ratkaistaan välittömästi työpisteissä. Tulevaisuudessa työtä tehdään yhä enemmän itseohjautuvissa prosessitiimeissä. Tiimeissä toimitaan kuin urheilujoukkueissa: kukin pelaaja hoitaa oman tonttinsa ja tarvittaessa auttaa naapuria selviytymään omista velvoitteistaan. Työnjohdon rooli on tukea, neuvoa ja kannustaa tiimiä hyviin suorituksiin. Outokummun tehtailla sovelletaan myös vastaavanlaista tiimitoimintaa. (Lecklin 2006, 18.)

4.1 Outokumpu laaduntekijänä

Outokummulla on oma laatukäsikirja, joka määrittelee yhtiön laadunhallintajärjestelmän. Outokumpu Tornio Worksin laatujärjestelmä täyttää standardin SFS-EN ISO 9001:2008 vaatimukset. Tämän lisäksi useat luokituslaitokset ja viranomaiset ovat hyväksyneet Outokumpu Stainless Oy:n ruostumattomien terästuotteiden valmistajaksi. (Outokumpu Oyj 2015d.)

Laatujärjestelmä kattaa kromimalmin louhinnan ja kromirikasteiden valmistuksen Kemin kaivoksella sekä pellettien, ferrokromin, OKTO-rakennustuotteiden ja litteiden ruostumattomien terästuotteiden valmistuksen Tornion tehtailla. Lisäksi laatujärjestelmään kuuluvat ahtaus-, laivanselvitys- ja ajovälityspalvelut Tornion satamassa sekä terästuotteiden jatkokäsittely Terneuzenin tehtaalla Hollannissa. (Outokumpu Oyj 2015d.)

4.1.1 Laatupolitiikka ja -johtaminen

ISO 9000 -standardin mukaan laatupolitiikka on johdon julkituoma laatuun liittyvä yleinen tarkoitus tai suunta, joka kertoo keskeiset toimintaperiaatteet. Laatu-tavoitteiden on myös oltava yhdensuuntaiset laatupolitiikan kanssa. Ylimmän johdon on asetettava organisaation laatupolitiikka ja varmistettava sen soveltu-vuus asiakkaiden tarpeisiin ja vaatimuksiin. Se määrittää halutut tulokset ja aut-taa organisaatiota käyttämään resurssejaan siten, että tulokset saavutetaan. Laatupolitiikka on myös välitettävä tiedoksi, ymmärrettävä ja toteutettava koko organisaatiossa sekä katselmoitava säännöllisesti. (SFS EN ISO 9000:2005.)

Outokumpu Tornio Worksin tavoitteena on valmistaa sellaista tuotelaatua, joka vastaa yhtiön lupausta asiakkaalle. Outokummulla johtoryhmä vastaa laatupoli-tiikan seurannasta ja ylläpidosta. Yrityksen ylin johto varmistaa, että asiakkai-den vaatimukset on määritelty ja ne täytetään päämääränä lisätä asiakastyyty-väisyyttä. Samalla varmistetaan myös, että tuote täyttää soveltuvan lainsää-dännön asettamat vaatimukset. Outokummulla laatupolitiikasta ja -tavoitteista tiedotetaan koulutustilaisuuksissa ja sähköisillä ilmoitustauluilla. Yrityksen laa-duntuottokykyä seurataan erilaisin mittarein. Näihin kuuluvat toimitustäsmälli-syys, reklamaatiokustannukset, laatukustannukset osastoittain (€/t), kerralla valmis -prosenttiosuudet sekä saanti. Saannin avulla kuvataan tuotantoproses-siin syötettyjen raaka-aineiden määrän suhdetta tuotannosta valmistuneiden tuotteiden määrään. Tavoitteisiin liittyvät mittaukset ja laatutilastot ovat koko henkilöstön nähtävillä. (Outokumpu Oyj 2015d.)

Outokummulla johdon laatukatselmus järjestetään neljä kertaa vuodessa, jolloin johto katselmoi ja arvioi tarvetta parantaa tai muuttaa laadunhallintaa tavoittei-neen. Kokouksessa tarkastellaan laatupolitiikan ja -tavoitteiden toteutumista, sisäisten laatuauditointien tuloksia, ajankohtaisia laatuongelmia, laadunkehitys-tä sekä asiakaspalautetta. Katselmukseen osallistuvat pääsääntöisesti johto-ryhmä, tuotantopäälliköt sekä asiakaspalvelu- ja lautupäällikkö. Asiakaspalvelu-päällikkö tekee raportin katselmuksesta. Outokummun laatujohtoryhmän koko-ukset ja osastokohtaiset ISO 9000 -kokoukset pidetään kerran kuukaudessa.

Näissä kokouksissa käsitellään myös asiakaspalautetta ja laatutilannetta. Asiakasvaatimukset tulevat esille myös tuotannonsuunnittelun viikkopalavereissa sekä viikoittaisissa tuotannon ”käpistely” -tilaisuuksissa, joissa analysoidaan pintavirhenäyhteitä. Asiakkaan vaatimusten määrittäminen ja täyttäminen varmistetaan muun muassa räätälöidyillä koostumuksilla ja asiakaskohtaisilla ohjeilla eri valmistusvaiheissa. (Outokumpu Oyj 2015d.)

Outokummulla koko henkilöstön halutaan osallistuvan laadun parantamiseen, ja siksi henkilöstöä palkitaan hyvästä laadun tekemisestä tuotantopalkkioon sidotulla laatupalkkiolla. Laatupalkkio määritetään osastoittain ja se perustuu laatu-kustannuksiin ja virhetilastoihin. Koko henkilöstöllä on myös mahdollisuus kirjata laatuhavaintoja ja -poikkeamia laatuhavaintokantaan, josta kuukausittain parhaimmat laatuhavainnot palkitaan. (Outokumpu Oyj 2015d.)

4.1.2 Laadunhallinta

SFS-EN ISO 9000 -standardissa laadunhallinnalla tarkoitetaan koordinoituja toimenpiteitä organisaation ohjaamiseksi ja suuntaamiseksi laatuun liittyvissä asioissa. Laadunhallintaan liittyy läheisesti termit laadun suunnittelu, laadunohjaus, laadun varmistus, laadun parantaminen, jatkuva parantaminen sekä tehokkuus. (SFS EN ISO 900:2005.)

Outokummulla sisäisen tehokkuuden piiriin kuuluvia raportoitavia ja seurattavia asioita ovat tyypillisesti tuottavuus, tuotanto- ja toimitusmäärät, käyntiasteet, toimitustäsmällisyys, laatu-kustannukset sekä päästöt. Koko henkilöstö kuuluu palkkiopalkkauksen piiriin, joten laatuparametreja ja tuotantolukuja seurataan ahkerasti myös työntekijätasolla. (Outokumpu Oyj 2015d.)

4.2 Laatuvirheet

Laatuvirheellä tarkoitetaan poikkeamaa, joka ei täytä aiottuun tai määriteltyyn käyttöön liittyviä vaatimuksia. Laatuvirheiden vuoksi terästuotteita voidaan myydä 2-laatuna eteenpäin tai uudelleen sulattaa eli romuttaa. Outokummulla sisäiset laatuvirheet ovat pääasiassa pintavirheitä, jotka eivät täytä asiakkaan vaatimia laatunormeja. Laatuvirheet lajitellaan linjakohtaisesti kolminumeroisin tunnistekoodin. Näitä koodeja käytetään sisäiseen virheluokitteluun ja reklamaatiosyiden luokitteluun. (Outokumpu Oyj 2015c.)

4.2.1 Kuljetusvirheet

Kuljetusvirheet ovat pintavirheitä, jotka syntyvät pääsääntöisesti materiaalin siirron aikana. Kylmävalssaamalla materiaalia kuljetetaan automaatti- ja manuaalinostureiden, trukkien, vihivaunujen, korkeavarastojen hissien ja kuljettimien avulla. Eri osastojen välillä rullien kuljetuksesta huolehtii lavettiauto. Kuljetusvirheet syntyvät yleensä lähes valmiiseen tai valmiiseen lopputuotteeseen, joten niistä aiheutuvat kokonaiskustannukset ovat suuria. (Outokumpu Oyj 2015c.)

420	Kuljetusvirhe/nosturi, rullan sisäkehä
421	Kuljetusvirhe/nosturi, rullan ulkokehä
424	Ruoste
425	Erikoisvirheet
426	Virheellinen pakkaus, pakkaaminen
427	Lastaus, lähetysvirhe
428	Käsittely-, sisäinen kuljetusvirhe
429	Rullien varastointijäljet ja -naarmut
430	Väärä paino

Tässä opinnäytetyössä käsitellään nosturin kantopinnan jättämiä painaumuksia eli virheitä 420 ja 421, jotka ovat merkittävimpiä kuljetusvirheitä Outokummun Tornion tehtailla. (Outokumpu Oyj 2015c.)

4.3 Laatukustannukset

Laatujärjestelmän ja laadunkehittämisen yhtenä tavoitteena on laatukustannusten vähentäminen. Laatukustannukset ovat kustannuksia, jotka syntyvät yrityksen varmistessa tuotteiden vastaavan asiakkaiden vaatimuksia. Niitä on kahta päätyyppiä: laatua edistäviä kustannuksia, joiden avulla pyritään virheiden ennaltaehkäisemiseen ja mahdollisesti jopa eliminoimiseen sekä laadusta johtuvia kustannuksia. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat laadun kehittämiseen tehdyt investoinnit, kuten laadukkaan johtamisjärjestelmän rakentaminen ja laitteisiin tehdyt parannukset. Toinen ryhmä syntyy siitä, että tehdään vääriä asioita tai virheitä. Laatukustannukset voidaan jakaa myös neljään alalajiin, joita ovat ulkoiset virhekustannukset, sisäiset virhekustannukset, huonon laadun ehkäisykustannukset ja laadun ylläpitokustannukset. Ulkoiset virhekustannukset ovat kustannuksia, jotka aiheutuvat siitä, kun asiakkaan havaitsema virhe tai laadutomuus korjataan. Prosessien laadunvarmistus on pettänyt ja virhe on päässyt asiakkaalle asti. Ulkoiset virheet ovat yrityksen kannalta kaikkein vaarallisimpia, sillä ne voivat vaikuttaa negatiivisesti yrityksen imagoon. Niiden korjaus on myös kalliimpaa kuin jos virhe havaittaisiin jo syntypaikalla. Sisäiset virhekustannukset ovat sellaisia, jotka havaitaan yrityksen sisällä ja korjataan ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle. Tähän ryhmään luetaan toiminnan huonosta suunnittelusta ja ”sählyksestä” aiheutuvat kustannukset. Myös henkilöstön ja toimittajien laatupuutteet lisäävät kustannuksia ja monissa yrityksissä valtaosa laatukustannuksista on sisäisiä virhekustannuksia. Tässä opinnäytetyössä laatuvirheillä tarkoitetaan sisäisiä virhekustannuksia. Outokummulla sisäiset laatukustannukset määräytyvät sen mukaan, kuinka paljon tavaraa romutetaan ja leikataan kakkoslaatuun leikkauslinjoilla suhteessa ykköslaadun määrään. (Lecklin 2006, 155–159.)

Laatukustannusten määrittämiselle ei ole yleistä standardia tai kaavaa, vaan jokaisen yrityksen on itse arvioitava ja sovittava oma tarkastelutapansa. Niiden seuraaminen edellyttää myös uudentyyppistä ajattelua ja kustannuslaskentaa. Tutkimuksissa on todettu, että laatukustannukset ovat yrityksen liikevaihdosta 15–30%. Niissä yrityksissä, joissa laatukustannusten aiheuttajia seurataan laa-

ja-alaisesti, paljastuu samalla uusia laatukustannuksia ja näiden piileviä komponentteja. Mitä syvemmälle mennään, sitä korkeampaan laatukustannusten kokonaistasoon useimmiten päädytään. Kirjallisuudessa tätä on kutsuttu laatukustannusten jäävuorimalliksi. Jäävuoriteorian mukaan laatukustannuksista yksi kolmasosa on näkyvissä ja loput piilossa, aivan kuten oikeassa jäävuoressa. Piilossa olevilla tarkoitetaan ns. näkymättömiä laatukustannuksia, joilla on jopa suurempi taloudellinen merkitys kuin luullaan. Ennaltaehkäisevään toimintaan panostus on pitkällä aikavälillä kannattavaa, sillä ehkäisemällä virhetekijöitä saadaan virhekustannuksia vähennettyä. (Hokkanen & Strömberg, 2006, 68)

4.4 Saanti

Tuotannon kannattavuuteen vaikuttavia pääasiallisia tekijöitä terästehtaassa ovat raaka-ainekustannukset, kiinteät ja muuttuvat kustannukset, laatu saannin ja kerralla valmista -tavarankautta sekä läpimenoaika. Outokummulla tuotettua tonnimäärää verrataan romutettuun ja 2-laatuun menevän tavarankautta määrään.

Saannin parantamisella saadaan esihetkutuista nauhoista enemmän hyödynnettyä asiakkaalle, jolloin kaikki kustannukset jakautuvat suuremmalle asiakaskokoonmäärälle. Outokummulla terästuotteiden sisäinen saanti on tärkeä materiaalitehokkuuden mittari. Eri prosessivaiheiden saantia seurataan ja sitä pyritään jatkuvasti parantamaan. Jokainen prosentti, joka saavutetaan saannin parantamisella, vaikuttaa yhtiön tulokseen positiivisesti. Eniten teräksen saantiin vaikuttavat prosesseista aiheutuvat virheet, joiden vuoksi se joudutaan romutamaan joko uudelleen sulatukseen tai myymään 2-laatuun. Outokummun terästehtailla saantia on alettu tarkkailemaan kilpailun kasvaessa ja saannin parantamiseksi on käynnistetty useita projekteja. Myös tämän opinnäytetyön tavoitteena on saannin parantaminen. Nosturin aiheuttama käpälänjälki aiheuttaa sen, että tavaraa menee vuodessa huomattava määrä hukkaan.

5 KULJETUSVIRHEET 420 JA 421

Outokumpu Tornion tehtaan kylmävalssaamo 1:llä tuoterullien siirrot eri tuotantovaiheiden välillä hoidetaan vihivaunujen ja nostureiden avulla. Nosturi siirtää tuoterullan tarttumalla pihtien avulla rullaa sisäkehältä ja nostaa rullan kohteeseen. Siirtotapahtumia kertyy tuoterullalle koko tuotantoketjun aikana useita kymmeniä riippuen tuotenauhan valmistusreitistä. Nostettaessa tuoterullaa paikasta toiseen nosturin pihtien kantopinnat voivat aiheuttaa painauman nostokohtaan (Kuva 4).



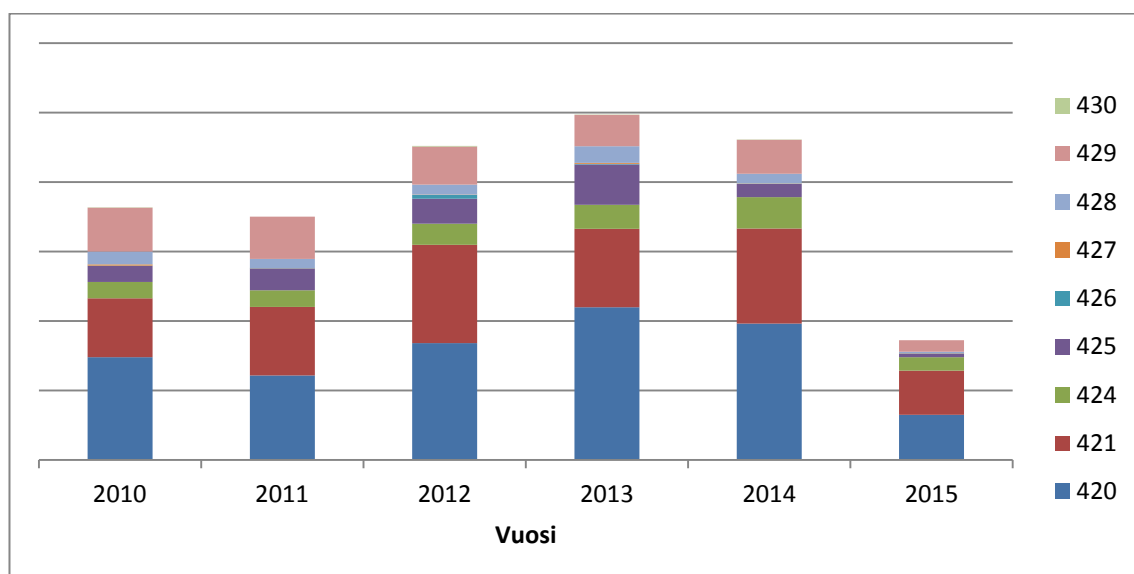
Kuva 4 Nosturin kantopinnan aiheuttama painauma

Nosturin kantopinnan aiheuttamaa painaumaa merkitään kahdella eri virhekoodilla. Se, kummalla koodilla virhettä merkitään, riippuu siitä, missä kohtaa tuotenauhaa jälki sijaitsee. Virhekoodilla 420 merkitään painaumaa, joka näkyy tuotenauhan sisäkehällä ja, virhekoodilla 421 sitä joka näkyy tuotenauhan ulkokehällä. Virhekoodien käyttö tarkentui syksyllä 2014. Ennen nosturin kantopintojen aiheuttamaa painaumaa merkittiin vain virhekoodilla 420, ja virhekoodilla 421 tarkoitettiin kuljetuksissa syntyneitä ulkokehävaurioita. Ulkokehävauriolla tarkoitettiin esimerkiksi sellaisia vaurioita, joita syntyi päällelaskutilanteissa. Päällelaskutilanteella tarkoitetaan esimerkiksi sellaista tilannetta, jossa automaattinosturi laskee rullan toisen rullan päälle. Tällaisia tilanteita sattuu yleensä silloin, kun automaattinosturia on ajettu radio-ohjaimella ja on unohdettu päivittää rulla

automaattivaraston järjestelmiin. Nykyisin virhekoodilla 421 merkataan nosturin kantopintojen aiheuttamaa jälkeä, mutta vain niissä tapauksissa kun se näkyy rullan ulkokehällä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että ennen VV2:sta tuotenuhaan on jäänyt nosturin kantopinnoista jälki. Kun tuotenuha ajetaan VV2:lla, jää painauma näkyviin rullan ulkokehälle, koska rulla kelautuu toisinpäin. Tuotenuha menee seuraavaksi automaattivaraston kautta ajettavaksi esimerkiksi HA2:lle, jossa ulkokehällä eli tuotenuhan alussa näkyvä painauma romutetaan virhekoodilla 421. Tämän muutoksen myötä painauman aiheuttava nosturi on helpompi paikantaa.

Taulukosta 3 nähdään viimeisen viiden vuoden ajalta, kuinka monta tonnia eri kuljetusvirheiden takia on mennyt tavaraa hukkaan. Kuljetusvirheiden 420 ja 421 romutusmäärät ovat huomattavasti suuremmat kuin muiden kuljetusvirheidten. Jos verrataan esimerkiksi vuoden 2010 romutusmäärää vuoden 2014 romutusmääriin, on kasvua tapahtunut 43 %. Vuoden 2015 romutusmäärät ja kustannukset ovat hyvää vauhtia nousemassa vuoden 2014 tasolle, tai jopa hie-man yli, ilman toimenpiteitä. (Outokumpu Oyj 2015a.)

Taulukko 3 Kuljetusvirheistä aiheutuneet romutusmäärät 2010 - Kevät 2015 (Outokumpu Oyj 2015a)



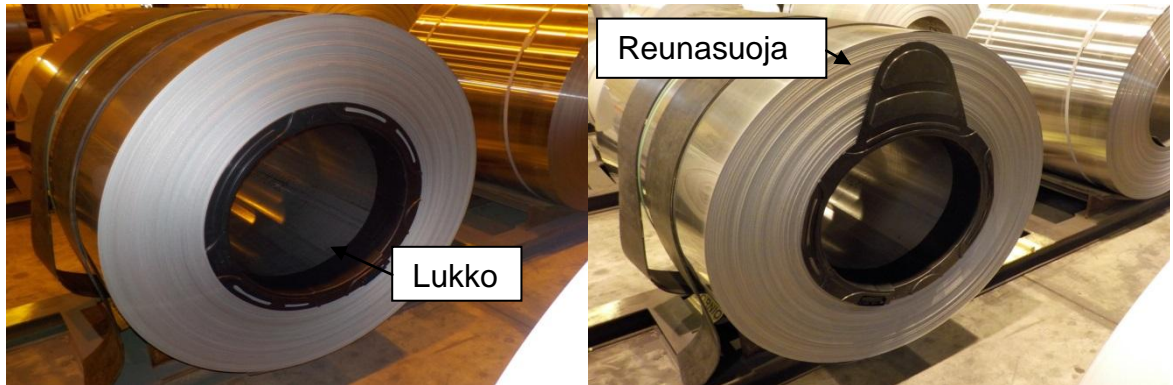
6 KULJETUSVIRHEIDEN 420 JA 421 VÄHENTÄMINEN

Outokummun Krefeldin yksikössä on otettu käyttöön muovisuoja, joiden tarkoituksena on suojata rullan sisäkehää nosturin kantopinnoilta ja sen aiheuttamilta painaumilta. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on testata suojan toimivuutta Outokummun Tornion tehtaiden kylmävalssaamo 1:llä. Ennen testausten aloittamista täytyi tarkastella, millä paksuuksilla virheitä 420 ja 421 esiintyy eniten, sekä miten teräksen laatu vaikuttaa romutusmääriin. Näiden tietojen avulla testaukset pystytään kohdentamaan oikean paksuisiin ja laatuisiin tuotenuhoihin.

6.1 Muovisuoja

Muovisuoja tulee nosturin kantopinnan ja rullan sisäkehän väliin, sillä sen tarkoituksena on suojata sisäkehää kantopintojen aiheuttamilta painaumilta. Suojia on kahden mallisia, mutta niiden toimintaperiaate on samanlainen. Suojissa on säätölukko, jonka avulla suojan halkaisijaa voidaan kasvattaa tai pienentää. Suoja asetetaan paikoilleen siten, että säätölukon avulla sen halkaisijaa pienennetään, jonka jälkeen suoja työnnetään rullan silmään. Tämän jälkeen suoja levitetään siten, että suojan reunat painautuvat rullan sisäkehää vasten. Kuvassa 5 näkyy, miten suoja on kiinnitetty oikein. On myös huomioitava, että lukko jää rullan alareunaan tai sivulle, tällöin nosturin pihdit eivät pääse rikkomaan lukkoa.

Suojamalli 1 on vasemmanpuoleinen suoja ja suojamalli 2 oikeanpuoleinen suoja (Kuva 5). Suojien ero on se, että toisessa suojamallissa ei ole reunasuojaa. Reunasuojan tarkoituksena on suojata rullan reunoja nosturin pihtien aiheuttamilta vaurioilta. Reunasuojan merkitys korostuu manuaalinostureilla, joita ajaa ihminen. Tällöin epähuomiossa nosturinkuljettaja voi pihdeillä hakata rullan reunoja aiheuttaen, varsinkin ohuisiin tuotenuhoihin, reunojen ruttaantumista. Tätä ongelmaa automaattinostureissa ei ole, poikkeustilanteita lukuun ottamatta. Poikkeustilanne on esimerkiksi sellainen tilanne, missä automaattinosturia joudutaan ajamaan käsin.



Kuva 5 Suojamalli 1 vasemmalla ja suojamalli 2 oikealla

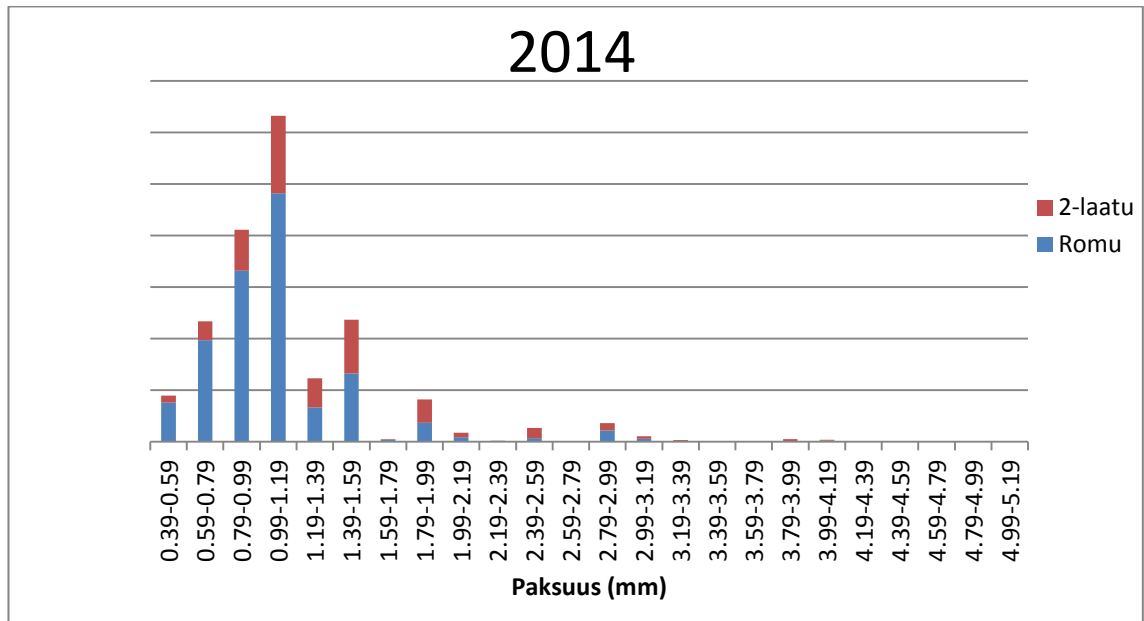
6.2 Tilastollinen tarkastelu

Tilastojen perusteella vuonna 2014 nosturin kantopintojen aiheuttamien virheiden määrästä suoraan romuksi meni 64 % ja 2-laatuun 36 %. Tilastollisessa tarkastelussa käydään tarkemmin läpi teräksen paksuuden ja -laadun merkitys romutusmääriin. Tilastollisessa tarkastelussa kerrotaan myös prosenttiosuus, siitä kuinka paljon tuotannosta on kuljetusvirheiden 420 ja 421 takia jouduttu romuttamaan. Tilastollinen läpikäynti koskee vain Outokummun Tornion tehtaita.

6.2.1 Paksuustarkastelu

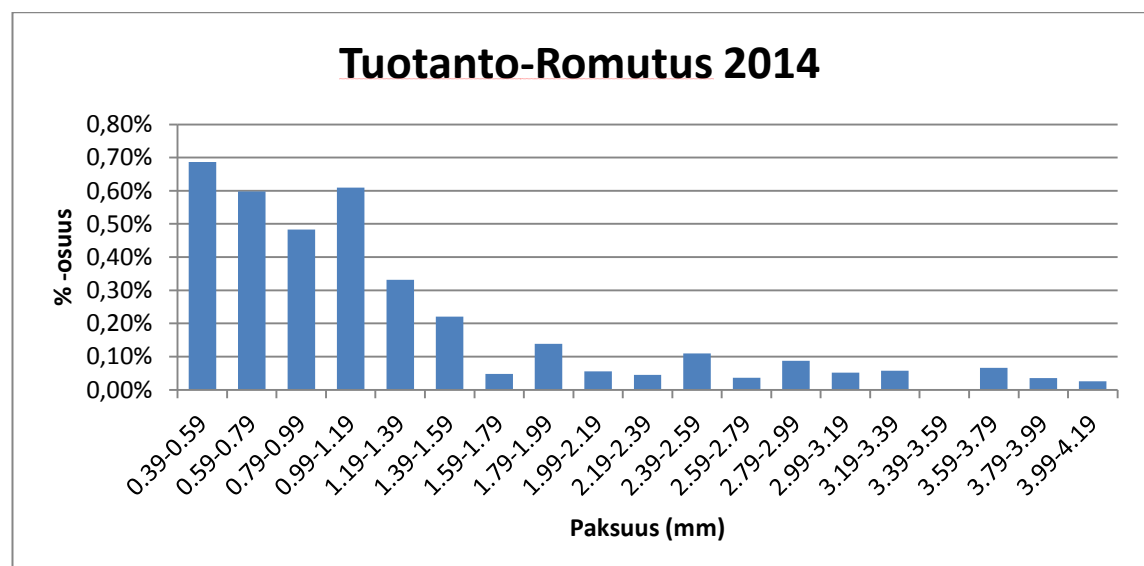
Tuotenuhan paksuus vaikuttaa oleellisesti nosturin kantopinnan aiheuttaman painauman näkyvyyteen. Mitä ohuempi teräsnauha on, sitä pidemmälle jälki monistuu eli hävikkiin ajettava metrimäärä kasvaa. Metrimäärän kasvaessa kasvaa myös hävikin määrä tonneissa. Tämä havaitaan myös taulukosta 4. Suurimmat hävikkimäärät sijoittuvat alle 1,19 millimetrin paksuisille teräsnauhoille.

Taulukko 4 Romutusmäärät 2014 (Outokumpu Oyj 2015b)



Hävikkimäärää verrattiin myös tuotettuun tonnimäärään, koska haluttiin selvittää, minkä paksuuden hävikin prosentuaalinen osuus on kaikista suurin. Taulukossa 5 on käytetty vuoden 2014 tuotanto- ja romutusmääriä. Taulukosta 5 huomataan sama kuin taulukosta 4. Romutuksia esiintyy eniten alle 1,19 millimetrin vahvaisilla teräsnauhoilla, kun on verrattu tuotettua ja romutettua tonnimäärää (Taulukko 5).

Taulukko 5 Virheiden 421 ja 420 % -osuus koko tuotannosta vuonna 2014 (Outokumpu Oyj 2015b)



Taulukosta 5 nähdään, että paksuusalueen, johon yhden millimetrin paksuiset teräket kuuluvat, romutusmäärä on 0,61 % tuotannosta. Korkein prosentuaalinen osuus on kuitenkin kaikista ohuimmalla paksuusalueella, jonka romutusmäärä on 0,69 % tuotannosta. Taulukosta ei kuitenkaan nähdä sitä, että eri paksuuksien tuotantomäärät vaihtelevat. Yhden millimetrin vahvuiset tuotenaumat ovat yksi Tornion tehtaiden pääpaksuuksista, joten tuotetut tonnimäärät ovat paljon suurempia kuin kaikkein ohuimpien tuotenaumojen. Tämä tarkoittaa sitä, että merkittävin hävikkimäärä on paksuusalueella 0.99–1.19.

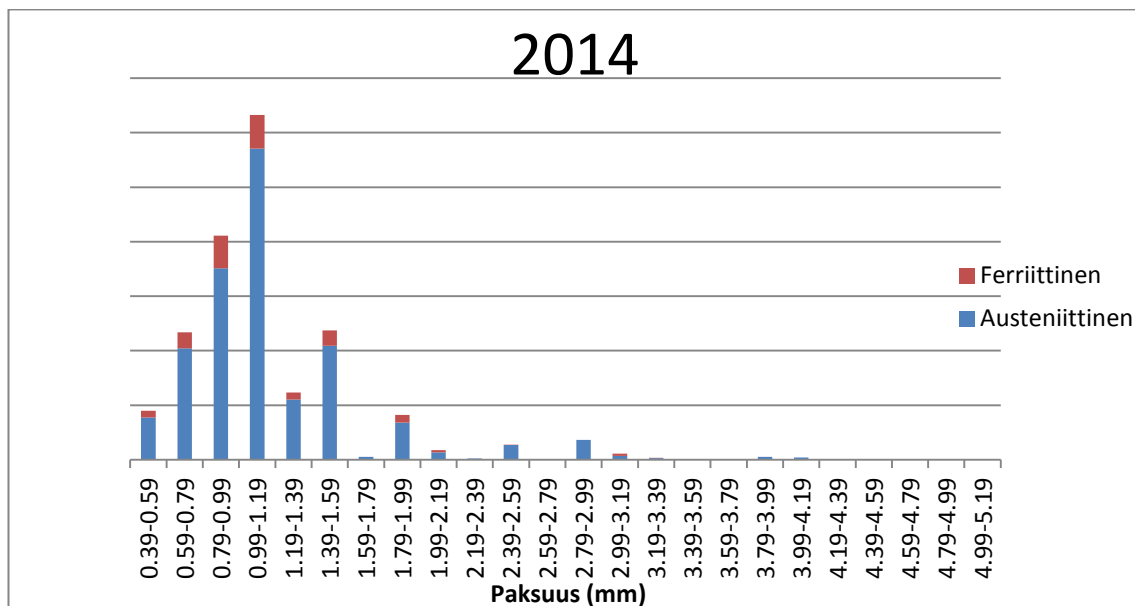
Tuotanto – ja romutusmäärien vertailu siis vahvisti sen, että muovisuojan testaukset tulisi kohdentaa alle 1,19 mm paksuisille tuotenaumoille. Jos muovisuojan avulla pystyttäisiin näistä teräksistä poistamaan romutus lähes kokokaan, alen-taisi se hävikin lähes nollaan.

6.2.2 Laatutarkastelu

Yleisin käytetty austeniittinen ruostumaton teräs on 1.4301 ja sen murtolujuus on 540–750 MPa (Taulukko 1). Vastaavasti ferriittisen ruostumattoman teräslaadun 1.4016 murtolujuus on 430–600 MPa (Taulukko 2). Murtolujuuden vaikuttaessa teräksen kovuuteen voidaan jo näistä luvuista todeta, että austeniittinen laatu on kovempaa kuin ferriittinen laatu. Tässä tarkastelussa jako on tehty karkeasti austeniittiseen- ja ferriittiseen teräslaatuun.

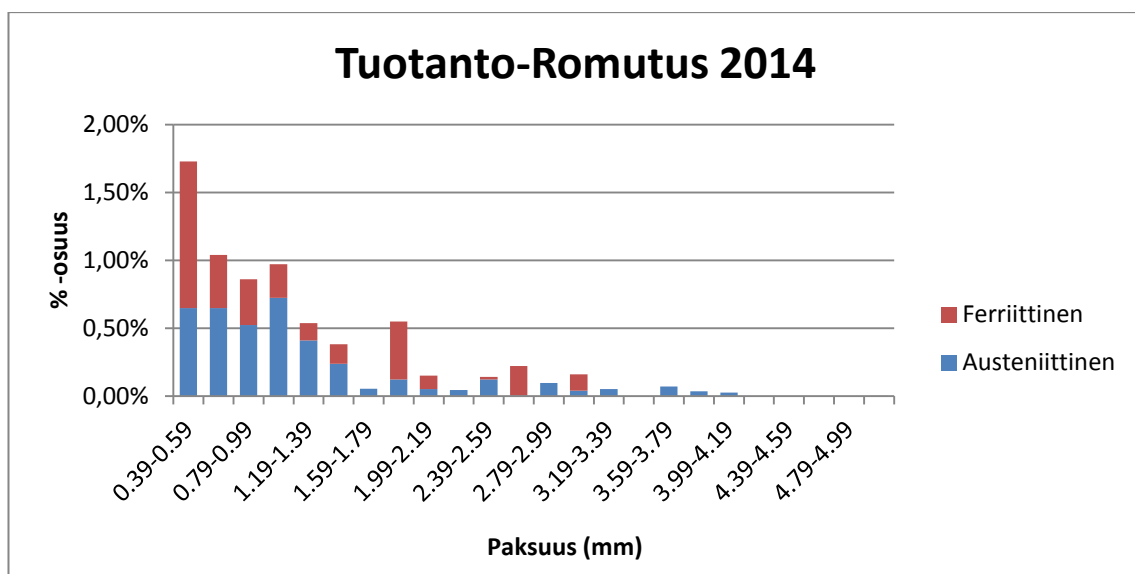
Teräksen kovuus vaikuttaa myös suoraan siihen, kuinka paljon tavaraa menee hävikkiin kantopinnan aiheuttaman jäljen takia. Pehmeämmässä materiaalissa, eli tässä tapauksessa ferriittisessä, jälki monistuu syvemmälle. Jäljen näkyvyyden kasvaessa myös romutettava tonnimäärä kasvaa. Taulukosta 6 nähdään, että austeniittista teräslaatua menee hävikkiin tonnimäärällisesti huomattavasti enemmän kuin ferriittistä.

Taulukko 6 Romutusmäärät 2014 (Outokumpu Oyj 2015b)



Kun hävikkimäärää verrataan tuotettuun tonnimäärään, nähdään eri ruostumatomienteräslaatuojen eroavaisuudet. Taulukosta 7 huomataan, että ferriittisen teräslaadun tuotannosta menee hävikkiin suurempi prosentuaalinen osuus kuin austeniittisen laadun tuotannosta. Taulukosta 7 ilmenee myös selkeästi se, että molemmilla teräslaaduilla romutusta esiintyy.

Taulukko 7 Virheiden 421 ja 420 % -osuus koko tuotannosta vuonna 2014 (Outokumpu Oyj 2015b)



Taulukosta 7 havaitaan se, että ohuimmilla teräslaaduilla, eli paksuusalueella 0,39–0,59 ferriittistä on mennyt hukkaan 1,08 % tuotannosta ja austeniittista vastaavasti 0,65 % tuotannosta. Laatujen prosentuaalisten osuuksien eroavaisuudet pienenevät, kun teräksen paksuus kasvaa.

Eri laatujen tuotanto- ja romutusmäärien vertailulla saatiin vahvuus siihen, että ohuessa ferriittisessä teräsnauhassa nosturin aiheuttama jälki pääsee monistumaan, aiheuttaen sen, että hävikkimäärä on suuri. Vaikka ferriittistä terästä tuotetaan Outokummun Tornion tehtailla vähemmän, syntyy sen tuotannossa enemmän hukkaa kuin austeniittisen teräslajin tuotannossa.

6.3 Muovisuojan testaus

Ennen varsinaisten testausten aloittamista suoritettiin esitestausvaihe, jonka avulla pyrittiin ennakoimaan testauksia hankaloittavia tekijöitä. Ensimmäisenä opeteltiin, miten suojat laitetaan oikeaoppisesti paikoilleen ja kuinka aikaa vievää se on. Esitestausvaiheessa haluttiin nähdä muovisuojan vaikutus automaattinostureihin. Automaattinosturit menevät helposti virheelle eli pysähtyvät, jos niiden pihdeissä olevat anturit havaitsevat jotain ylimääräistä rullan kyljessä tai sisäkehällä. Esitestausvaiheessa tutkittiin myös sitä, miten slitsi, eli sisäkehällä oleva taite, vaikuttaa suojan pysyvyyteen.

Esitestaus suoritettiin kahdelle rullalle, toisen paksuus oli 1,1 millimetriä ja toisen 0,59 millimetriä. Kämpälänjäljen määrää ei näistä rullista tarkasteltu ollenkaan. Paksummalla rullalla slitsi aiheutti sen, että suoja ei päässyt kiinnittymään tiukasti rullan sisäkehälle. Kun nosturi aukaisi pihdit, suoja tuli pihtien mukana ulos rullan sisäkehältä. 0,59 millimetriä paksussa rullassa slitsiä ei ollut, joten muovisuoja pysyi hyvin paikoillaan.

Tilastollisen tarkastelun ja esitestausvaiheessa huomattujen pysyvyysongelmien takia testattavien rullien maksimipaksuus rajattiin yhteen millimetriin. Laatu-jako tehtiin karkeasti austeniittisiin sekä ferriittisiin laatuihin. Koska ferriittisiä

laatuja tuotetaan Tornion tehtailla vähemmän, jätettiin niiden osuus testeistä vähemmälle. Tavoitteeksi asetettiin testata yhteensä 40 rullaa eri paksuusalueilta.

Testirullia valittiin niin, että jokaisesta neljästä ohuimmasta paksuusalueesta olisi testirullia (Taulukko 8). Haasteita testien toteuttamiseen tuottivat tuotantomäärät eli se, mitä rullia linjat ajoivat. Testauksia suoritettiin myös yhden millimetrin vahvuisille tuotenuhoille, koska haluttiin nähdä muovisuojan vaikutus yhteen Tornion tehtailla tuotettavaan pääpaksuuteen.

Taulukko 8 Testirullien lukumäärät paksuuksittain

Paksuus	Rullien lukumäärä
0,39–0,59	10
0,59–0,79	10
0,79–0,99	10
0,99–1,00	10
Yhteensä	40

Testeissä käytettiin apuna verrokkirullaa eli otettiin kaksi samanlaista tuotenuhaa, joilla oli sama paksuus, leveys ja laatu. Testirullien tuli olla loppuhehkutettuja ja niitä seurattiin aina hehkutus-peittaus -linjoilta leikkauslinjoille asti. Testirullien etsimisessä tuli ottaa huomioon myös se, että tuotenuhat tulee leikata Torniossa, jotta nähdään suojan vaikutus romutusmääriin. Rullien tuli kulkea siis sama tuotantoreitti. Tällä voitiin varmistaa se, että nosturi nostaisi yhtä monta kertaa molempia rullia. Tämä on ideaalitalanne, jota ei kuitenkaan voitu varmistaa täysin. Tuotantomäärien kasvaessa ja varastojen täytyessä rullia joudutaan penkomaan varastosta, jolloin niiden nostokertojen määrä kasvaa.

Testirullien seurauksen aloitettiin hehkutus-peittauslinjoilta 2 tai 4, jossa rullista toiseen laitettiin muovinen suojuus ja toiseen ei. HP2 ajoi ferriittistä teräslaatuja ja HP4 austeniittista teräslaatuja. Jo tässä vaiheessa pyrittiin eliminoimaan kaikki testauksia haittaavat ja hidastavat tekijät. Tämä tarkoitti sitä, että jos rullan ajo keskeytyi käsittelylinjoilla, se poistettiin testattavien rullien joukosta. Yleensä

tällaiset ajon aikana seisahtuneet rullat menevät puolituotevarastoon ja kiertävätarkastaja päättää meneekö rulla romutettavaksi vai uudelleen käsittelyyn. Tällaisten rullien poistaminen testirullien joukosta oli tehtävä sen takia, että rullat voivat odottaa jatkokäsittelypäätöstä maksimissaan jopa puolivuotta.

Seuraavaksi rullien ajoa seurattiin viimeistelyvalssaimilla, jossa tarkastettiin tuotenauhan pinta lopussa. Tarkastuksen yhteydessä merkattiin ylös, kuinka paljon kypälänjälkeä näkyy ja kuinka loivaa tai vahvaa jälki oli. Viimeistelyvalssauksen jälkeen suojat laitettiin takaisin paikoilleen siihen rullaan jossa se oli jo aiemmin ollut.

Viimeisenä rullien ajoa seurattiin leikkauslinjoilla, jossa tuotenauha tarkastettiin ennen asiakkaalle lähetystä. Leikkauslinjoilla testirullien alku ja loppu tarkastettiin yhdessä leikkauslinjalla työskentelevän tarkastajan kanssa. Leikkauslinjoilla saatiin tarkat tulokset siitä kuinka paljon romutettiin syillä 420 ja 421.

7 TULOKSET

Testitulokset kertovat, miten muovisuoja vaikuttaa nosturin kantopintojen jättämän painauman määrään.

7.1 Tulosten analysointi

Austeniittista ruostumatonta terästä tuotetaan Tornion tehtailla enemmän, joten asuteneittisiä testirullapareja oli helpompi löytää. Austeniittisiä testirullia oli yhteensä 24. Taulukossa 9 on esitetty austeniittiselle laadulle tehtyjen testien tulokset. Taulukossa vähennys on ilmoitettu metreinä sekä prosentteina. Paksuusalueilla 0,59–0,79 ja 0,79–0,99 vähennysprosentti on 100 %. Tämä tarkoittaa, että rullasta jossa suoja on ollut paikoillaan, ei ole nosturin käpälänjäljen takia romutettu metriäkään. Paksuusalueella 0,99–1,09 vähennysprosentti on pieni, sillä testit on tehty yhden millimetrin paksuisille rullille. Yhden millimetrin paksuisissa rullissa käpälänjälki ei näkynyt suojaamattomassa verrokkirullassakaan montaa metriä, joten tällöin vähennysprosentti jäi pieneksi. Koska yhden millimetrin paksuiset tuotenauhat ovat yksi Tornion tehtaiden pääpaksuuksista ja niiden tuotantomäärät ovat suuret, voi yksikin säästetty metri tuotettua rullaa kohden, vähentää hävikkiä vuositasolla huomattavasti.

Taulukko 9 Austeniittisen laadun testitulokset metreinä ja prosentteina

Austeniittinen ruostumaton teräs		
Paksuus	Vähennys (m)	Vähennys (%)
0.39–0.59	49	73 %
0.59–0.79	11	100 %
0.79–0.99	50	100 %
0.99–1.00	6	40 %

Taulukossa 10 on esitelty ferriittiselle ruostumattomalle teräkselle tehtyjen testien tulokset. Ferriittisen laadun testaus osoittautui hankalammaksi, sillä sen tuotantomäärät olivat kevään aikana pieniä ja etenkin ohutta ferriittistä ajettiin vähän. Testaukset pystyttiin kuitenkin suorittamaan yhteensä 16 ferriittiselle tuote-

nauhalle. Paksuusalueella 0,59–0,79 vähennysprosentti oli suurin eli 94 %. Paksuusalueella 0,79–1,00 vähennysprosentti oli 86 %.

Taulukko 10 Ferriittisen laadun testitulokset metreinä ja prosentteina

Ferriittinen ruostumaton teräs		
Paksuus	Vähennys (m)	Vähennys (%)
0.39–0.59	27	57 %
0.59–0.79	47	94 %
0.79–1.00	18	86 %

7.2 Arvio suojien määrästä

Suojien määrän arvioinnissa linjoittain tuli ottaa huomioon, minkä laatuista ja paksuista materiaalia ajetaan eri linjoilla. HP2:lla ajetaan ferriittistä ja yleensä ≥ 1 millimetrin vahvuista austeniittista terästä. Ohuiden austeniittisten ajo keskittyy siis HP4:lle. Austeniittista materiaalia tuotetaan Torniossa enemmän kuin ferriittistä. Näillä perusteilla voidaan päätellä, että suojien lukumäärän täytyy olla suurempi HP4:llä.

Suojien lukumäärän arvioimisen apuna käytettiin vuoden 2015 tammi-huhtikuun välisenä aikana ajettua määrää. Taulukosta 11 selviää kuinka paljon HP2:lla ja HP4:llä on ajettu ≤ 1 millimetrin vahvuisia tuotenuhoja keskimäärin yhden vuorokauden aikana.

Taulukko 11 Alkuvuonna 2015 ajettut ≤ 1 mm

Tammikuu-huhtikuu 2015		
Linja	Paksuus	Rullien lukumäärä vuorokaudessa
HP2	≤ 1 mm	15
HP4	≤ 1 mm	26

Jotta suojien määrä voitaisiin laskea, täytyi miettiä suojille kiertoaika eli kuinka paljon aikaa kuluu ennen kuin suojat ovat leikkauslinjoilta palautuneet takaisin käsittelylinjoille. Suojien kiertoaika riippuu siitä, leikataanko rulla Torniossa vai Hollannissa. Jos rulla leikataan Hollannissa, suoja otetaan pois viimeistelyvalssauksen jälkeen. Näiden rullien arvioitu kiertoaika on neljä vuorokautta. Arvioinnissa on otettu huomioon se, että viimeistelyvalssain 1:stä ei ajeta joka vuorossa, sillä samat operaattorit ajavat myös toista linjaa. Sellaiset rullat jotka leikataan Torniossa menevät myös viimeistelyvalssauksen kautta, jossa suojat laiteetaan takaisin paikoilleen. Viimeistelyvalssauksen jälkeen tuotenauhat voivat käydä venytysoikaisulinjalla, hiontalinjalla tai molemmilla linjoilla ennen leikkauslinjalle menoa. Tämä pidentää suojien kiertoaikaa huomattavasti, joten Torniossa leikattavien rullien kiertoaikaan lasketaan vielä neljä päivää lisää. Tämä tarkoittaa sitä, että osan suojista kiertoaika on kahdeksan päivää. Kiertoajassa ei ole otettu sellaisia tuotenauhoja huomioon, joille ei ole vielä asiakasta. Tämä tarkoittaa sitä että viimeistelyvalssauksen jälkeen rullat menevät automaattivaraan odottamaan sopivaa tilausta. Tämän jälkeen rullat menevät vasta seuraavaan työvaiheeseen. Tällöin suojat voivat olla paikoillaan rullassa jopa viikkoja.

Suojien lukumäärä on laskettu kertomalla vuorokaudessa ajettujen rullien määrä arvioidulla kiertoajalla. Näin on saatu selville suojien lukumäärät käsittelylinjoille. Samat suojat kiertävät rullien mukana leikkauslinjoille, joten käsittelylinjojen jälkeisille linjoille sijoitetaan varapareja. Tällöin voidaan varmistua siitä, että rikkoontuneen suojan tilalle voidaan vaihtaa uusi. Taulukossa 12 on esitetty arvio suojien lukumäärästä linjoittain. Taulukossa suojien arvioitu määrä on 690 kappaletta.

Taulukko 12 Arvio suojien lukumäärästä linjoittain

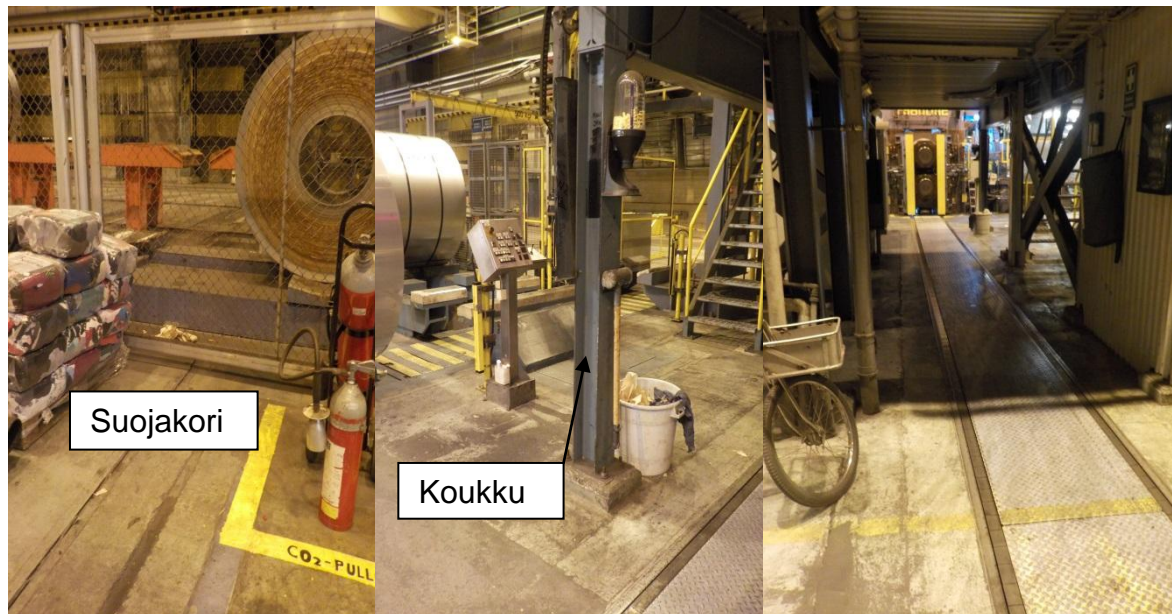
Linja	Suojien lukumäärä kappaleina
HP2	200
HP4	420
VV2	20
VV1	20
VO1	15
HIO	15
Yht.	690

7.3 Kierrättämissuunnitelma

Suojat laitetaan paikoilleen HP4:llä ja HP2:lla ≤ 1 millimetripaksuisiin rulliin sekä austeniittisiin että ferriittisiin laatuihin. Molemmille linjoille sijoitetaan neliön muotoisia koreja, joissa suojia säilytetään. HP2:lla suojakoria ei pystytä sijoittamaan aivan laittopaikan lähelle, joten siellä voitaisiin suojakaiteeseen kiinnittää koukku, johon suojia voisi laittaa roikkumaan lähemmäksi laittopaikkaa. HP4:llä suojakori voidaan sijoittaa laittopaikan viereen, joten siellä ei vastaavanlaista koukkuja tarvita. Koreissa tulee olla rullat alla, koska esimerkiksi HP4:lla trukki ei mahdu hakemaan suojakoria. Tällöin operaattorit voivat työntää suojakorin sellaiseen paikkaan josta trukkikuski voi sen hakea.

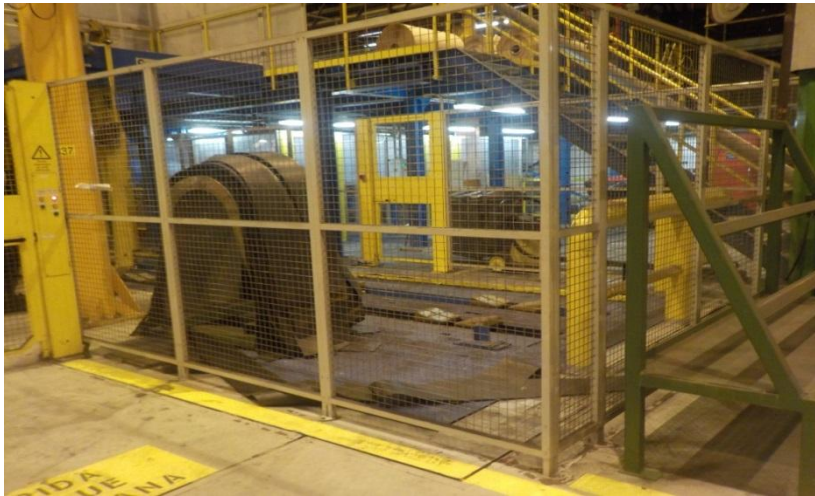
Suojakoreja tarvitaan myös VV2:lle ja VV1:lle, koska näillä linjoilla poistetaan Hollantiin leikattavaksi menevistä rullista suojat. Viimeistelyvalssaimilta täydet suojakorit kuljetetaan käsittelylinjoille. Myös viimeistelyvalssaimille voitaisiin sijoittaa koukut, joihin suojia ripustetaan. Esimerkiksi VV2:lla on niin ahdasta, että suojakoria ei voida järkevästi sijoittaa mihinkään. Kun suoja otetaan pois rullasta, voidaan se viedä poistopuolella sijaitsevaan koukkuun roikkumaan. Tästä se on helppo ottaa ja laittaa ajon jälkeen takaisin rullaan. Tuotenuhoista jotka lähtevät Hollantiin leikattavaksi suojat poistetaan ja laitetaan suojakoreihin. Kuvas-

sa 6 on esitelty ehdotukset suojakorin ja koukun paikasta VV2:lla, sekä reitti josta kori voidaan kuljettaa sellaiseen paikkaan mistä trukkikuski voi sen hakea.



Kuva 6 Esimerkki VV2:lta

VV1:llä ja VV2:lla suojien poisottaminen tapahtuu linjan omalla rampilla. Suojat voidaan poistaa samalla kun tuotenuhoista poistetaan sidontapangat. VV2:lla suojan takaisin laittaminen tuottaa ongelmia, joita käydään läpi seuraavassa kappaleessa. VV1:lla suojat voidaan laittaa takaisin paikoilleen sen jälkeen, kun sitomakone on sitonut rullan (Kuva 7). VO1:lla suojien poistamiseksi ei tarvitse tehdä muutostoimenpiteitä, sillä suojat voidaan poistaa helposti rullan ollessa linjaan menevällä rampilla.



Kuva 7 VV1:n poistopuoli, jossa suojat laitetaan takaisin paikoilleen

Ennen leikkaukseen tai Hollantiin menoa tuotenauhat voivat käydä mutkan hiontalinjalla tai venytysokaisulinjalla, joten näille linjoille tulisi myös sijoittaa suojakori ja mahdollisesti myös koukku.

Tuotenauhoista, jotka ajetaan Tornion leikkauslinjoilla, suojat poistetaan ennen leikkausta. Leikkauslinjoilla suojakoreja tulisi ensisijaisesti sijoittaa niille linjoille jotka ajavat ≤ 1 millimetrin vahvuisia tuotenauhoja. Ohuiden tuotenauhojen ajamiseen ovat erikoistuneet halkaisulinja 2 ja 6 sekä katkaisulinja 3. Koreja siis tarvitaan ainakin näille linjoille. Leikkauslinjoilla suojien poistaminen tapahtuu myös linjan omalla rampilla. Suojat on otettava pois ennen tuotenauhan laittamista tuurnalle. Esimerkiksi KA3:lla suojien poistaminen tapahtuu samalla, kun tuotenauhasta poistetaan sidontapangat.

8 KEHITYSKOhteet

Tässä luvussa käydään läpi ongelmia, joita testausvaiheessa huomattiin. Ongelmille on myös pyritty keksimään ratkaisuehdotus. Osa ongelmista liittyi suoji-
en laittamiseen pakoilleen. Kappaleessa esitetään myös ehdotuksia siitä, miten
itse suojaa voitaisiin kehittää.

8.1 Muovisuojan paikoilleen asennus

Suojien laittaminen paikoilleen tulee tehdä turvallisesti, ja osa linjoista vaatii
muutoksia ennen kuin näin voidaan tehdä. HP2:lla suoji-
en laittaminen paikoil-
leen on haastavaa, sillä linjasta ulos tulevan rullan lähelle ei pääse muualla kuin
vihirampin edessä. Vihiramppi on kuitenkin sen verran korkealla, että suojaa ei
ylety laittamaan (Kuva 8).



Kuva 8 HP2 poistopuoli edestä ja sivusta

Tähän ratkaisuehdotuksia on kaksi. Ensimmäinen on se että rakennetaan
käännettävät tasot. Taso-
jen rakentaminen edellyttää sitä, että oikeanpuolim-
mais-
ia portaita tulisi siirtää hieman eteenpäin (Kuva 8). Vasemmalla olevia por-
taita ei voida siirtää, koska silloin porta-
at haittaisivat vihiliikennettä. HP2:lla rul-
lavaun-
un hyödyntäminen on ehdotuksista toinen. Rullavaunulla tarkoitetaan siis
vaunua, joka kuljettaa rullan tapilta, sitomakoneen kautta, vihirampille. Rulla-

vaunussa on tasot molemmin puolin (Kuva 9). Näille tasoille kulkuporttien tekeminen mahdollistaisi suojiin asentamisen.



Kuva 9 HP2 rullavaunu

VV2:lla suojiin takaisin laittaminen tuottaa ongelmia täysleveillä ja keskileveillä rullilla. Kun rulla tulee ulos linjasta, kääntölaakeri kääntyy auki (Kuva 10). Tämän jälkeen rullavaunu kuljettaa rullan merkkauksipaikalle ja kääntölaakeri sulkeutuu.



Kuva 10 VV2 poistopuoli

Rullavaunun pysähtyessä merkkauksipaikalle jää rullan ja sekvenssin väli ahtaaksi (Kuva 11). Toiselle puolelle suojan voi ongelmitta laittaa, sen jälkeen kun

kääntölaakeri on sulkeutunut. Toisella puolella suojaa ei mahdu laittamaan takaisin paikoilleen ylittämättä turvarajaa.



Kuva 11 VV2 rullan merkkauspaikka

Tähän ongelmaan ratkaisuna toimisi se, että kääntölaakerin sulkeuduttua rulla-vaunu liikkuisi hieman taaksepäin. Tällöin rullan ja turvarajan välille jäisi rutkasti tilaa ja suoja voitaisiin asentaa turvallisesti paikoilleen.

8.2 Muovisuoja

Testausvaiheessa huomattiin, että suojan pysyvyys heikkeni huomattavasti yhden millimetrin vahvuisilla rullilla. Tämä johtuu siitä että paksummissa rullissa on slitsi eli niin sanottu taite. Tämä taite syntyy, kun tuotenauha pujotetaan linjan läpi ja ajetaan päällekelaimella olevaan rakoon. Slitsi aiheuttaa sen, että muovisuojan sisäkehälle tulevat reunat eivät pääse painautumaan tarpeeksi tiukasti rullan sisäkehää vasten. Pysyvyysongelmaan ratkaisuna on muovisuojaan tehtävä ura slitsille. Uran paikka tulee määrittää tarkasti.

Testeissä olleita muovisuoja-ja voitaisiin myös kehittää siten, että paksunnettaisiin suojan sisäkehälle tulevaa osaa. Suojan paksuntamisella voitaisiin parantaa

suojaavuutta. Sisäkehälle tulevaa osaa voitaisiin myös pidentää niin että suoja menisi syvemmälle rullan sisäkehälle (Kuva 12). Tällä voitaisiin parantaa myös suojan pysyvyyttä. Suojan sisäkehälle tulevan osan paksuutta ei voida kuitenkaan kovin suuresti kasvattaa, sillä se voi vaikuttaa automaattinostureiden toimintaan. Automaattinosturit menevät virheelle, jos rullan halkaisijatiedot heittävät suuresti.



Kuva 12 Muovisuojan sisäkehää suojaava osa

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työ aloitettiin tutustumalla nosturin kantopintojen aiheuttaman virheen historia-tietoihin. Näin saatiin tietoa teräksen paksuuden ja laadun vaikutuksesta virheen aiheuttamiin romutusmääriin. Tilastollisessa tarkastelussa havaittiin pak-suudella olevan merkittävä vaikutus romutusmääriin. Tarkastelussa havaittiin myös selkeä ero austeniittisen- ja ferriittisen teräslaadun välillä. Ferriittisellä te-räslaadulla romutusmäärät olivat huomattavasti suuremmat kuin austeniittisella teräslaadulla. Tämä johtuu siitä, että ferriittinen on mekaanisilta ominaisuuksil-taan pehmeämpää. Tilastollisen tarkastelun perusteella laatujako tehtiin karke-asti austeniittisiin ja ferriittisiin – teräslaatuihin. Tilastollisen tarkastelun perus-teella suurin hyöty muovisuojan käytöllä voitaisiin saavuttaa 0,39–1,19 millimet-rin vahvuisilla teräksillä, sillä näillä romutusmäärät olivat suurimmat. Esitestaus-vaiheessa huomautun muovisuojan pysyvyysongelman takia testattavaa pak-suusaluetta jouduttiin supistamaan siten, että testausten maksimipaksuus oli yksi millimetriä.

Testien tekeminen oli haastavaa, sillä tuotantomäärät vaihtelit kevään aikana suuresti. Ohutta materiaalia tuotetaan vähemmän kuin paksumpaa. Myös eri laatujen tuotantomäärissä oli eroavaisuuksia. Austeniittista teräslaatua tuotettiin huomattavasti enemmän kuin vastaavaa ferriittistä. Tämän takia austeniittisiä testirullia oli enemmän testattavana. Kevään edetessä myös ohutta ferriittistä alettiin tuottaa enemmän, joten testejä päästiin suorittamaan myös niille.

Testauksissa huomattiin muovisuojaalla olevan positiivinen vaikutus. Muo-visuojan avulla nosturin kantopinnan aiheuttama jälkeä esiintyi vähemmän ja osasta se katosi kokonaan. Niissä rullissa, joissa suoja oli ollut paikoillaan, esiintyi huomattavasti vähemmän romutusta kuin niissä rullissa, joissa suoja ei ollut. Muovisuojaalla havaittiin myös muita positiivisia vaikutuksia. Ohuissa teräs-rullissa on ongelmana se, että niiden sisäkehä pääsee löystymään. Muovisuoja estää sisäkehän löystymisen. Tällä on myös vaikutusta automaattinostureiden toimintaan, sillä automaattinosturit menevät usein virheelle löysän sisäkehän takia.

Muovisuojan testausvaiheessa ilmeni myös muita ongelmia, jotka tulisi ratkaista ennen kuin muovisuoja voidaan ottaa käyttöön tehtaalla. Suojien laittaminen pakoilleen tuotti ongelmia HP2:lla sekä VV2:lla. Opinnäytetyön lopussa esittelen myös muovisuojan rakenteelle parannusehdotuksia.

Opinnäytetyön oli aiheeltaan mielenkiintoinen ja haastava. Prosessin aikana sain oppia siitä miten tilastollista tarkastelua tehdään, sekä työkaluja sen tekemiseen. Myös käytännönosaaminen karttui eli se miten tutkimustyötä tehdään ja miten tuloksia voidaan analysoida. Nämä asiat ovat arvokkaita tulevaisuutta ajatellen.

LÄHTEET

Euro Inox 2004. Mikä on ruostumaton teräs? Viitattu 3.2.2015

http://www.euro-inox.org/pdf/map/What_is_Stainless_Steel_FI.pdf

Hokkanen, S. & Strömberg, O. 2006. Laatuun johtaminen. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Koivisto, K. Laitinen, E. Niinimäki, M. Tiainen, T. Tiilikka, P. & Tuomikoski, J. 2008. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki: Edita.

Lauerma A, 2012, Pinnantarkastus Kylmävalssaamalla, PowerPoint-esitys, Outokumpu.

Lecklin, O 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uudistettu painos. Helsinki: Talentum.

Outokumpu Oyj 2015a. Coldweb. Sisäinen intranet. Viitattu 11.3.2015

Outokumpu Oyj 2015b. Steelweb. Sisäinen intranet. Viitattu 17.3.2015

Outokumpu Oyj 2015c. Sisäinen intranet. Viitattu 21.3.2015

Outokumpu Oyj 2015d. Laatukäsikirja. Sisäinen intranet. Viitattu 25.2.2015

SFS-EN ISO 9000: 2005. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Helsinki: SFS

SFS EN 10088-2: 2014. Ruostumattomat teräkset. Osa 2. Yleiseen käyttöön tarkoitetut korroosionkestävät levyt ja nauhat. Helsinki: SFS

Silén, T. 2001. Laatu, brändi ja kilpailukyky. Porvoo: WSOY

Tauluvuori, T. Kyröläinen, A. & Manninen, T. 2012. Ruostumattomat teräkset. 5 painos. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

Teknologiateollisuus ry. 2014 Teräksen laadusta vastaa jokainen sen tekijä. Viitattu 24.2.2015.

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MBHJrTxjV7cJ:tech.teknologiateollisuus.fi/file/7443/Z_TERKSENLAADUSTAVASTJOKTEK.pdf.html+&cd=4&hl=fi&ct=clnk&gl=fi

LIITTEET

Liite 1. Kylmävalssaamo 1:n materiaalinsiirtokartta

